



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

FLÁVIO FABIANO PASCIÊNCIA TORRES

O USO DE EXPERIMENTOS DE FÍSICA NO ESTUDO DA FUNÇÃO AFIM

MACEIÓ – AL

2014

FLÁVIO FABIANO PASCIÊNCIA TORRES

O USO DE EXPERIMENTOS DE FÍSICA NO ESTUDO DA FUNÇÃO AFIM

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre Profissional em Ensino de Ciências e Matemática – Área de Concentração “Ensino de Matemática”.

Orientador: Prof. Dr. Givaldo Oliveira dos Santos.

MACEIÓ – AL

2014

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecário Responsável: Valter dos Santos Andrade

T693U Torres, Flávio Fabiano Pasciência.
 O uso de experimentos de física no estudo da função afim / Flávio Fabiano Pasciência Torres – 2014.
 93 f.

 Orientador: Givaldo Oliveira dos Santos.
 Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Educação. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Maceió, 2014.

 Bibliografia: f. 60-62.
 Anexos: f. 63-93.

 1. Sequência didática. 2. Experimentos de física. 3. Ensino de matemática.
 4. Função afim – Estudo e ensino. I. Título.

CDU: 371.851

Dedico este trabalho aos meus pais,
Maria do Socorro Pasciência Porangaba e José Pasciência Sobrinho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por ter me dado forças para enfrentar todas as dificuldades encontradas ao longo de todo o mestrado.

Aos meus pais, Maria do Socorro Pasciência Porangaba e José Pasciência Sobrinho, por todo o amor e por acreditarem e apoiarem minhas decisões.

À minha esposa, Maria Lêda Silva, por ter me apoiado e incentivado a todo momento para que esta conquista fosse possível e pela compreensão nos meus momentos de ausência.

Aos meus irmãos, Fernando Fúlvio Porangaba Pasciência e Filipe Porangaba Pasciência, por sempre me apoiarem.

Às minhas filhas, Lívia Maria Silva Torres e Vivian Silva Torres, por todo amor, carinho e compreensão.

Ao meu orientador, professor Dr. Givaldo Oliveira dos Santos, por toda a dedicação, preocupação e paciência durante todo o período deste trabalho e por ter me incentivado sempre.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, que contribuíram com sua dedicação e conhecimento para minha formação.

A todos os meus colegas de turma, que sempre estiveram comigo, me incentivando e apoiando a todo momento para que esta conquista fosse possível.

À secretária do PPGECIM, Mônica Barros, sempre com paciência, boa vontade e dedicação em me ajudar nos momentos que precisei.

À professora Andressa Cesana e aos professores Jenner Bastos e Vânio Fragoso, por todas as considerações feitas, que ajudaram ainda mais no enriquecimento deste trabalho.

A todos os professores que fizeram parte da pesquisa, participando das oficinas, preenchendo os questionários e dando suas opiniões para que este trabalho tivesse êxito.

À coordenação, direção e todo corpo docente da Escola Municipal Cleto Marques Luz e Escola Estadual Padre Cabral, por todo o apoio e compreensão necessários para a realização e execução deste trabalho.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e por mais esta conquista em minha vida.

Muito Obrigado!

Flávio Fabiano Pasciência Torres

Os educadores têm “como uma de suas tarefas primordiais trabalharem com os educandos a rigorosidade metódica com que devem se aproximar dos objetos cognoscíveis”.

A aprendizagem acontece com a formulação e a reformulação dos saberes pelos estudantes ao lado dos professores, igualmente sujeitos do processo.

(Freire, 2005)

RESUMO

Esta pesquisa busca desenvolver uma sequência didática que possa auxiliar os professores de Matemática no processo de ensino e aprendizagem em relação ao conceito de função afim, utilizando experimentos de física. Para isso, foi feita uma análise prévia através de um questionário de investigação com dezoito professores da rede estadual da 14ª coordenadoria de ensino, no qual estão contidas informações sobre sua prática docente e, se em algum momento, eles utilizaram experimentos em suas aulas. A pesquisa está dividida em quatro etapas. Na primeira etapa, foi aplicado um questionário diagnóstico aos professores (questionário *a priori*), a fim de que destacassem situações vivenciadas na vida enquanto professor. Na segunda etapa, foram realizadas duas oficinas com duas horas de duração cada, para onze professores, nas quais foram mostrados os experimentos de física e como eles poderão auxiliar no aprendizado do conteúdo de função afim. Na terceira etapa, foi aplicado novamente um questionário diagnóstico (questionário *a posteriori*) que teve como objetivo verificar de que forma os temas abordados na sequência didática poderão auxiliar os professores no desenvolvimento do aprendizado e na construção do conceito de função afim. Finalizamos essas etapas com a análise das respostas nas questões propostas nesses questionários. Ela serviu para a organização final da sequência didática, que contribuirá para o professor no desenvolvimento de suas aulas sobre funções afins de forma clara e objetiva através destes experimentos. O produto educacional desta dissertação será a proposta de uma sequência didática desenvolvida ao longo da pesquisa.

Palavras-chave: Sequência didática. Função afim. Experimento de Física.

ABSTRACT

This research aims to develop a didactic sequence that can help Mathematics teachers in the process of teaching and learning in relation to the concept of affine function, using experiments of Physics. In this regard, it was done a previous analysis through an investigation questionnaire given to eighteen teachers from state education network of the 14th teaching coordinating, on which there were information about their teaching experience and, if in any moment, they use experiments in their classes. The research is divided in four stages. In the first stage, it was applied a diagnosis questionnaire to teachers (*a priori* questionnaire), in order to highlight situations experienced in life as teacher. In the second stage, it was realized two workshops with two hours duration each, to eleven teachers, in which it was showed experiments of physics and how they can help in learning the content of affine function. In the third stage, it was applied a diagnosis questionnaire again (*a posteriori* questionnaire) that aimed to verify how the themes approached in the didactic sequence could help teachers in learning development and in the construction of the linear function concept. We finalized these stages analyzing the answers of the questions in these questionnaires. This analysis served to the final organization of the didactic sequence, which will contribute to teachers develop their classes about affine functions clearly and objectively through these experiments. The educational product of this dissertation will be a didactic sequence proposal developed throughout the research.

Key-words: Didactic sequence. Affine function. Physical experiment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema da direção de crescimento dos conceitos científicos e cotidianos dentro da teoria de Vygotsky.....	23
Figura 2 - Variação da velocidade com o tempo.....	37
Figura 3 - Foto de Gottfried Leibniz.....	38
Figura 4 - Foto de Leonhard Paul Euler.....	39
Figura 5 - Foto de P.G. Lejeune-Dirrichlet.....	40
Figura 6 - Tabela e gráfico da função crescente $f(x) = 3x - 1$	42
Figura 7 - Análise do crescimento da função $f(x) = 3x - 1$	43
Figura 8 - Análise do decrescimento da função $f(x) = -x + 3$	44
Figura 9 - Faixa etária dos professores entrevistados.....	47
Figura 10 - Formação dos professores entrevistados.....	47
Figura 11 - Atuação docente dos professores entrevistados.....	48
Figura 12 - Tempo em que os professores entrevistados lecionam matemática.....	49
Figura 13 - Rede de ensino em que os professores entrevistados lecionam.....	49
Figura 14 - Nível em que os professores entrevistados lecionam.....	50
Figura 15 - Participação em formação continuada dos professores entrevistados.....	51
Figura 16 - Os professores entrevistados sabem o que é um experimento de ciências.....	52
Figura 17 - Os professores entrevistados conhecem algum experimento de ciências.....	52
Figura 18 - Os professores entrevistados participaram alguma vez da construção de algum experimento de ciências.....	53
Figura 19 - Os professores entrevistados trabalham ou trabalharam com algum experimento de ciências em suas aulas.....	54
Figura 20 - Em que área os professores entrevistados trabalham seus experimentos.....	55
Figura 21 - Onde os professores entrevistados trabalham seus experimentos.....	55

Figura 22 - Onde os professores entrevistados trabalham seus experimentos.....	56
Figura 23 - Foto do 1º experimento: Lei de Hooke.....	74
Figura 24 - Dinamômetro de mola.....	75
Figura 25 - Funcionamento do dinamômetro de mola.....	76
Figura 26 - Ilustração do experimento: Lei de Hooke.....	77
Figura 27 - Ilustração do experimento com as massas.....	78
Figura 28 - Gráfico do peso x alongamento.....	79
Figura 29 - Janela inicial do geogebra.....	80
Figura 30 - Campo de entrada do Geogebra: parâmetro a	81
Figura 31 - Janela de álgebra do geogebra: objeto livre a	81
Figura 32 - Campo de entrada do geogebra: parâmetro b	81
Figura 33 - Janela de álgebra do geogebra: objetos livres a e b	82
Figura 34 - Campo de entrada do geogebra: função $f(x) = ax + b$	82
Figura 35 - Janela do geogebra: gráfico da função $f(x) = ax + b$	83
Figura 36 - Janela do geogebra: identificação de um ponto no gráfico.....	84
Figura 37 - Janela do geogebra: identificação de alguns pontos no gráfico.....	84
Figura 38 - Janela do geogebra: identificação de um novo ponto no gráfico.....	85
Figura 39 - Janela do geogebra: identificação do zero da função no gráfico.....	85
Figura 40 - Foto do 2º experimento: velocidade média.....	86
Figura 41 - Proveta para o experimento.....	87
Figura 42 - Gráfico do tempo x distância.....	88
Figura 43 - Janela inicial do geogebra.....	89
Figura 44 - Campo de entrada do geogebra para o parâmetro a	89
Figura 45 - Janela de álgebra para o objeto livre a	90
Figura 46 - Campo de entrada do geogebra para o parâmetro b	90

Figura 47 - Janela de álgebra do geogebra para os objetos livres a e b	90
Figura 48 - Campo de entrada do geogebra para a função $f(x) = ax + b$	91
Figura 49 - Janela do geogebra: gráfico da função $f(x) = ax + b$	91
Figura 50 - Janela do geogebra: identificação de um ponto no gráfico.....	92
Figura 51 - Janela do geogebra: identificação de vários pontos no gráfico.....	92
Figura 52 - Janela do geogebra: identificação dos pontos da tabela 2 no gráfico.....	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Quantitativo de professores entrevistados por escola.....	46
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coleta de dados para a construção do gráfico referente à lei de Hooke.....	79
Tabela 2 - Coleta de dados para a construção do gráfico.....	88

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	OBJETIVOS.....	19
2.1	Objetivo geral.....	19
2.2	Objetivos Específicos.....	19
3	JUSTIFICATIVA.....	20
4	METODOLOGIA.....	21
5	REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
5.1	As teorias da aprendizagem.....	22
5.1.1	A formação de conceitos espontâneos versus a formação de conceitos científicos.....	23
5.1.2	A zona de desenvolvimento proximal: aprendizagem X desenvolvimento.....	24
5.1.3	O papel da escola e das disciplinas científicas.....	25
5.2	Teoria das situações didáticas.....	26
5.2.1	Engenharia didática.....	28
5.3	O que é experimento e quem trabalha com isso.....	30
5.3.1	Fundamentos da experimentação problematizadora.....	31
5.3.2	Fundamentos da experimentação problematizadora para a sala de aula.....	33
5.4	Contexto de uma sequência didática.....	34
6	A PESQUISA.....	36
6.1	O Conceito de função afim.....	36
6.1.1	O desenvolvimento do conceito de função.....	37
6.1.2	Função afim.....	41
6.1.3	Relação entre a matemática, a física e a função afim.....	45
6.2	Teste diagnóstico: uma análise <i>a priori</i>.....	46

6.2.1	Aplicação do 1º questionário investigativo.....	46
6.2.2	Análise do 1º questionário de pesquisa - uma análise a priori.....	46
6.3	Teste Diagnóstico: uma Análise A Posteriori.....	57
6.3.1	Aplicação do 2º questionário investigativo.....	57
6.3.2	Análise do 2º questionário de pesquisa - uma análise a posteriori.....	57
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
	REFERÊNCIAS.....	60
	APÊNDICES.....	63

1 INTRODUÇÃO

Várias pesquisas feitas em ensino vêm mostrando a importância de atividades utilizando experimentos com conceitos de Física em aulas de Matemática (CARVALHO; PEREZ, 2006; ARRUDA; LABURU, 2005). Essa nova dinâmica fortalece a interdisciplinaridade entre Física e Matemática, pois torna mais claro o pensar matemático.

Então, de que forma o professor de Matemática poderá utilizar contextos de experimentos de Física para mostrar determinados conceitos matemáticos de forma mais dinâmica, atual e objetiva?

Este trabalho, que tem como tema **“O USO DE EXPERIMENTOS DE FÍSICA NO ESTUDO DA FUNÇÃO AFIM”**, poderá ser utilizado no 1º ano do ensino médio, é consequência de minha prática como professor de Matemática na Educação Básica. A cada ano percebo a dificuldade encontrada pelos alunos quando o conceito de função é estudado por eles. Tal conceito, que deveria começar a ser estudado no 9º ano do ensino fundamental, muitas vezes não é visto, sendo essa uma das dificuldades encontradas por eles na série seguinte.

Diante das dificuldades encontradas na aprendizagem dos alunos no 1º ano do ensino médio quando é introduzido o conceito de função, proponho neste trabalho apresentar aos professores de Matemática uma sequência didática. Nela será mostrado o passo a passo da execução de experimentos de Física, estudados no 1º ano do ensino médio, em que aparecerão conceitos de Matemática, bem como o conceito de função Afim de forma mais prática e objetiva.

A unidade da ciência refere-se ao fato de que todas as Ciências eram consideradas essencialmente uma, apesar de divididas em diferentes ramos. Essa é uma maneira referente a diversos modos de investigação, já que a base das Ciências empíricas está na possibilidade de poder fazer observação e experimentação, visto que essa observação se refere a fatos fisicamente caracterizáveis, e, desta forma, podemos relacioná-las a princípios que estão relacionados à Matemática e à Física em nosso trabalho.

Dois grandes obstáculos dificultam a realização de atividades experimentais no ensino de Física e Matemática: a formação dos professores que conduzirão os experimentos e demonstrações e a percepção desse professor com relação à importância do laboratório no ensino de ciências nas escolas, quando existem esses laboratórios.

O ensino de Matemática costuma provocar duas sensações contraditórias, tanto por parte de quem ensina como por parte de quem aprende: de um lado, a constatação de que se

trata de uma área de conhecimento importante; de outro, a insatisfação diante dos resultados negativos obtidos com muita frequência em relação à sua aprendizagem.

A constatação da sua importância, apoiada no fato de que a Matemática desempenha papel decisivo, permite resolver problemas da vida cotidiana, tem muitas aplicações no mundo do trabalho e funciona como instrumento essencial para a construção de conhecimentos em outras áreas curriculares. Do mesmo modo, interfere fortemente na formação de capacidades intelectuais, na estruturação do pensamento e na agilização do raciocínio lógico e dedutivo do aluno.

A insatisfação revela que há problemas a serem enfrentados, tais como a necessidade de reverter um ensino centrado em procedimentos mecânicos, desprovidos de significados para o aluno. Há urgência em reformular objetivos, rever conteúdos e buscar metodologias compatíveis com a formação que hoje a sociedade reclama. No entanto, cada professor sabe que enfrentar esses desafios não é tarefa simples, nem para ser feita solitariamente.

Este trabalho tem por objetivo investigar, em primeiro lugar, a dinâmica dos processos de reflexão e tomada de consciência do professor de Matemática, do ensino médio, para a importância de práticas experimentais e demonstrações ligadas a conceitos físicos. Em segundo lugar, volta-se para as estratégias do fazer do professor como processo de mudança de sua prática na busca por diferentes soluções para os desafios na construção do conhecimento científico da escola. Pretende-se estimular também a busca coletiva de soluções para o ensino dessa área. Soluções que precisam transformar-se em ações cotidianas que efetivamente tornem os conhecimentos matemáticos acessíveis a todos os alunos, tais como: equação do 1º grau, razão e proporção, sistema cartesiano, função afim e unidades de medida.

Neste trabalho será utilizado como referencial teórico a abordagem do conceito de zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky por meio da metodologia da Engenharia Didática. Conforme as teorias contempladas nesta pesquisa, o aluno ocupa o centro do processo de ensino e aprendizagem, cabendo ao professor propor e mediar as ações que deverão ser realizadas em sala de aula estimulando os alunos a registrarem todo o processo de desenvolvimento das atividades propostas em busca do entendimento do conceito de função afim. A partir desses registros, foi feita a análise do que foi compreendido pelos alunos, das lacunas ainda existentes e das tomadas de decisões que venham a proporcionar uma aprendizagem mais uniforme dentro do grupo em estudo.

Por meio do desenvolvimento do trabalho, brevemente exposto, acredita-se hipoteticamente que a sequência didática desenvolvida a partir da criação de zonas de

desenvolvimento proximal, será capaz de propiciar ao aluno o conceito de função afim, a partir da realização de oficinas utilizando-se os experimentos propostos.

Não podemos negar que a experimentação já fez e ainda faz parte da natureza intrínseca de inúmeros estudos e descobertas que resultaram em contribuições inestimáveis para a humanidade. A compreensão ‘do porquê’, ‘do como’, ‘do onde’, ‘do quando’ sempre exerceu e ainda exerce fascínio sobre como o ensino pode transformar a sala de aula.

Esta pesquisa está dividida em nove etapas. A primeira etapa trata-se da introdução da pesquisa, onde nela relatamos um pouco do que iremos encontrar ao longo do trabalho. A segunda etapa trata-se dos objetivos da pesquisa, do que pretendemos alcançar com este trabalho. A terceira etapa trata-se da justificativa da pesquisa, da importância de se trabalhar com experimentos de Física em aulas de Matemática. A quarta etapa trata-se do desenvolvimento metodológico da pesquisa, do passo a passo de todo o trabalho feito. A quinta etapa apresenta a fundamentação teórica através da teoria de Vygotsky a partir do conceito de zonas de desenvolvimento proximal bem como os conceitos de situação didática e sequência didática. A sexta etapa apresenta algumas considerações histórico-epistemológicas sobre função e o conceito de função afim estudado no 1º ano do ensino médio e também os sujeitos da pesquisa, através dos questionários diagnóstico *a priori* e *a posteriori*, aplicados a um grupo de dezoito professores. A sétima etapa apresenta as considerações finais de todo o trabalho realizado. A oitava etapa apresenta todas as referências bibliográficas utilizadas para a construção e elaboração deste trabalho e a nona etapa apresenta os anexos, onde neles se encontram os questionários diagnósticos aplicados aos professores, os experimentos que farão parte do trabalho apresentado e as sequências didáticas propostas.

Esperamos, com este trabalho, através do conceito de zona de desenvolvimento proximal e da execução dos experimentos propostos através das sequências didáticas, fornecer subsídios suficientes para a realização do presente estudo, para que o professor consiga fazer com que o aluno aprenda significativamente o conceito de função afim de forma clara e prática, utilizando modelos matemáticos que enfatizam a Lei de Hooke e a Velocidade Média.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Construir uma sequência didática que possa auxiliar o professor de Matemática no processo de ensino e aprendizagem de Função Afim, proposta na primeira série do ensino médio, utilizando experimentos práticos de Física, numa perspectiva interdisciplinar para um melhor entendimento e compreensão do aluno dos conteúdos abordados.

2.2 Objetivos específicos

1. Fazer uma análise prévia para diagnosticar a utilização ou não de algum experimento de física pelos professores do ensino médio que envolva conceitos de matemática;
2. Identificar experimentos de física que podem ser utilizados no 1º ano do ensino médio;
3. Apresentar formas de trabalhar experimentos em sala de aula;
4. Buscar a interdisciplinaridade envolvendo a Matemática e a Física;
5. Elaborar uma sequência didática que contemple experimentos envolvendo conteúdos da 1ª série do ensino médio;
6. Diagnosticar com os professores se a sequência didática vai propiciar uma aprendizagem satisfatória para seus alunos.

3 JUSTIFICATIVA

No decorrer dos anos, foi verificado que experimentos de física e de outras áreas podem mudar a visão de conteúdos trabalhados na área de Matemática. Nesse contexto, é importante buscar uma interação entre a ciência matemática e outras áreas do conhecimento. No decorrer da minha formação e de minha atuação em sala de aula, tenho observado que trabalhar com exemplos vinculando a Física aos conteúdos de Matemática trouxe resultados satisfatórios nas séries que em atuo.

Atualmente, estamos tão habituados à Ciência e as suas aplicações tecnológicas que vemos o progresso como algo natural. Uma explicação para tal fato talvez seja a demanda de recursos financeiros e materiais para essa área, o saber formal ao alcance de grande parte da população mundial, a fundação de escolas, de laboratórios, laboratórios de ensino de ciências, laboratórios de ensino de Matemática, laboratórios de informática etc.

Nesse sentido é que a estreita vinculação entre a visão de ciência do professor e a sua materialização na forma de atividades experimentais revela alguns dos caminhos construídos na prática docente. Considerando isso e tendo como foco alunos do ensino médio, esta pesquisa busca contribuir para a melhoria do ensino de Matemática ao investigar, através do registro e análise de um processo de intervenção e reflexão coletiva, as mudanças nas relações entre o uso de experimentos e demonstrações em Física nas aulas de Matemática.

Para isto, construiremos kits de experimentos de Física que serão desenvolvidos ao longo da pesquisa, nos quais estarão contidos informações sobre o conteúdo que será abordado em Matemática no 1º ano do ensino médio.

A ideia é fazer com que o aluno possa ter uma interação entre a Matemática e alguns experimentos de ciências com ênfase em Física, uma vez que ela tem sua construção forte no contexto da Matemática, levando a apresentar conteúdos matemáticos de funções com enfoque experimental. Realizar experiências ou estudos a fim de descobrir novas perspectivas de aplicações da ciência relacionando áreas do conhecimento, como Matemática e Física, procurando fazer com que o aluno se interesse pelos conteúdos abordados na disciplina estudada, comprovando ou ilustrando uma teoria, estimulando seu espírito de iniciativa, a autoconfiança, e, além disso, ser o início de uma perspectiva de ensino e aprendizagem de conteúdos de funções abordados no ensino médio.

4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste projeto se fundamenta no pensamento de Vygotsky (2000) que, considerando a crença como papel fundamental na dinâmica interativa das relações sociais para o desenvolvimento do indivíduo, concebe o homem como um ser que se constitui, se apropria e elabora conhecimentos em processos sempre mediados pelo outro, pelas práticas sociais e pela linguagem, nas condições sociais reais de produção das interações. Como a característica desses processos é a transformação, Vygotsky (2000) apresenta alguns princípios metodológicos para sua análise, sugerindo o estudo da história de sua constituição. Segundo ele, “numa pesquisa, abranger o processo de desenvolvimento de uma determinada coisa significa, fundamentalmente, descobrir sua natureza, sua essência”. Vygotsky defende que numa análise objetiva dos fenômenos, mais do que a enumeração de características externas de um processo, deve-se procurar revelar as relações dinâmico-causais reais. Ou seja, no estudo de um processo, privilegiar uma análise explicativa e não descritiva.

O desenvolvimento metodológico será realizado da seguinte forma:

1. Revisão bibliográfica;
2. Elaboração e aplicação de questionário para diagnosticar situações vivenciadas pelo professor em sua prática docente, em relação a experimentos;
3. Organizar uma descrição de uma sequência didática em forma de oficinas para mostrar experimentos de física que contemplem funções afim;
4. Realização de oficinas para professores do ensino médio mostrando experimentos de física que poderão ajudar no desenvolvimento do conteúdo de função afim;
5. Elaboração e aplicação de questionário (*a posteriori*) para verificar de que forma os temas abordados nas oficinas poderão auxiliar os professores no desenvolvimento do aprendizado e na construção do conceito de função afim;
6. Organização da sequência didática após as etapas anteriores, descrevendo os passos e os conteúdos de cada aula da sequência didática;
7. Oficinas de aplicação das sequências didáticas para os professores.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

5.1 As teorias de aprendizagem

A Teoria dos Campos Conceituais foi desenvolvida para estudar as condições de compreensão do significado do saber escolar pelo aluno. Como o saber escolar encontra-se entre o saber cotidiano e o científico, a teoria permite atribuir a esses conceitos um significado de natureza educacional, sem que permaneçam na dimensão empírica do cotidiano nem no isolamento da ciência pura (PAIS, 2008).

Embasados na teoria de que os alunos somente constroem um campo de conceitos a partir de um vasto campo de problemas, e entendendo que um problema matemático é uma situação que exige uma série de ações e operações na busca do resultado, optou-se por trabalhar com uma sequência didática que privilegia a utilização de situações-problema de maneira que a reflexão e as discussões de cada situação proposta possam auxiliar na análise e resolução das questões subsequentes. Com isso, espera-se que o processo de investigação possa contribuir para que o aluno construa seu conhecimento.

O problema da formação de conceitos é um dos problemas centrais da Psicologia e um dos mais importantes para o ensino de Ciências. Vygotsky foi um dos pesquisadores que mais influenciou o desenvolvimento desse tema ao longo do século XX. Mas o que é um conceito? Poderíamos afirmar que um conceito é uma abstração que traz em si os elementos essenciais de um conjunto de objetos concretos ou abstratos. Normalmente essa abstração é representada, na nossa cultura verbal, por uma palavra. Assim, por exemplo, a palavra **carro** denota um conjunto de objetos concretos que possuem certas características comuns: são usados para o transporte de pessoas, têm rodas, possuem faróis etc.

Ao tempo de Vygotsky, duas abordagens do problema eram utilizadas. A primeira usava a técnica de estudar a formação de conceitos solicitando aos sujeitos que dessem a sua definição. O problema dessa técnica é que, ao solicitar a definição dos conceitos, o pesquisador tinha acesso somente ao produto acabado, perdendo desse modo todo o processo de construção de conceitos.

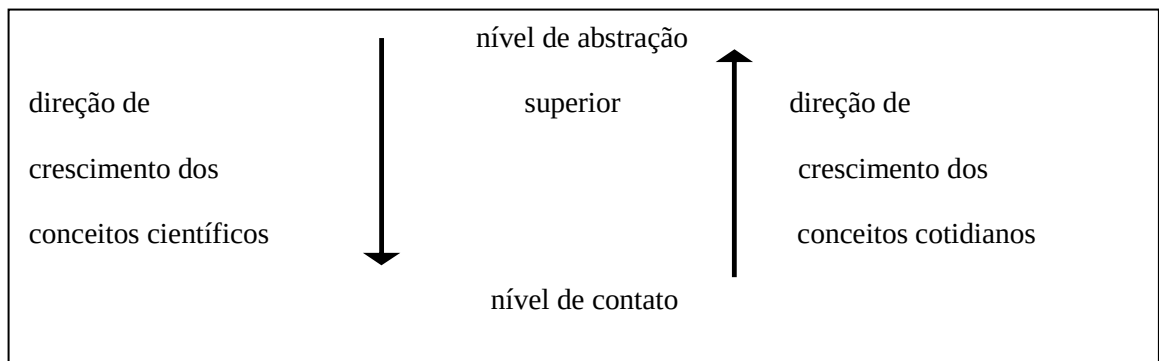
A segunda metodologia utilizada consistia em estudar o processo de abstração por parte dos sujeitos pesquisados ao lidar com conjuntos de objetos ou situações. Nesse caso, perdia-se o valor da definição verbal dos objetos. Em ambos os casos, ocorre uma perda de informação em relação ao processo complexo da formação dos conceitos pelas crianças. Suspeita-se que a formação de conceitos é um processo que, de fato, só começa a ocorrer na

adolescência. O que existe até essa fase são formas de classificação dos objetos que evolui desde uma fase inicial caracterizada por agrupamentos desorganizados até uma fase anterior à fase de formação de conceitos, caracterizada por pseudo conceitos.

5.1.1 A formação de conceitos espontâneos X conceitos científicos

A análise feita na seção anterior tem por base o laboratório onde os conceitos são formados, de certo modo, de maneira artificial. Mas o que acontece na prática, no cotidiano? Para responder a essa pergunta, Vygotsky acha importante fazer uma distinção entre o que ele chama de **conceitos espontâneos** e **conceitos científicos**.

Figura 1 - Esquema da direção de crescimento dos conceitos científicos e cotidianos dentro da teoria de Vygotsky



Fonte: Vygotsky, 2000.

Os primeiros, **conceitos espontâneos**, são aqueles conceitos que são formados a partir da interação do sujeito com o mundo físico do dia-a-dia enquanto que os segundos, **conceitos científicos**, normalmente são enunciados no ambiente formal do ensino, não tendo, portanto, a mesma gênese dos conceitos cotidianos. Vygotsky discorda dos trabalhos de Piaget, não fazendo qualquer distinção entre os dois tipos de Conceitos.

O processo de desenvolvimento dos dois tipos de conceitos é completamente diferente. Os conceitos cotidianos são usados pelo sujeito e, depois, são generalizados. Já os conceitos científicos nascem como generalizações (abstrações) da realidade. Com essas origens diferentes, o desenvolvimento dos dois tipos de conceitos também se dá de forma diversa: enquanto os conceitos cotidianos têm um desenvolvimento vertical em direção a um nível de abstração superior (para cima), os conceitos científicos têm um desenvolvimento em direção à base, instâncias concretas do conceito. A Figura mostra, esquematicamente, esse desenvolvimento dos conceitos.

Os conceitos científicos pressupõem, desde o início, certo grau de generalização e de sistematização, tendo necessidade, desde o início, de um processo de mediação por outros conceitos.

5.1.2 A zona de desenvolvimento proximal: aprendizagem versus desenvolvimento

Vygotsky se preocupou muito com a questão, clássica na Psicologia: qual a influência da aprendizagem no desenvolvimento mental da criança? (VYGOTSKY, 2000)

Ao tempo em que Vygotsky realizou seus estudos, três escolas disputavam a preferência dos psicólogos.

Os pensadores consideravam que a aprendizagem deve seguir o desenvolvimento dos alunos. O papel do professor seria o de identificar adequadamente o estágio de desenvolvimento do aprendiz e programar a aprendizagem de acordo com este estágio. Para esta escola, o desenvolvimento é um processo de maturação natural e a aprendizagem nada pode fazer para acelerar este processo. Os trabalhos de Piaget se enquadrariam dentro dessa categoria.

Observamos, no entanto, que o Piaget que Vygotsky conhece é o Piaget jovem, dos primeiros trabalhos.

Um segundo grupo de psicólogos considerava como sinônimos aprendizagem e desenvolvimento, identificando mesmo um com o outro. Dentro dessa escola podemos enquadrar os comportamentalistas.

Uma terceira escola tentava juntar as duas posições antagônicas, por achar que não eram tão antagônicas assim. A Gestalt se enquadra nessa terceira posição teórica.

Vygotsky (2000) não concorda com nenhuma das três posições e argumenta que:

1. O desenvolvimento das bases psicológicas para o aprendizado de matérias básicas não precede esse aprendizado, mas se desenvolve numa interação contínua com as suas contribuições.
2. O aprendizado precede o desenvolvimento em muitas áreas.
3. O aprendizado de uma matéria influencia o desenvolvimento das funções superiores para além dos limites da matéria específica.

Dessa forma, os dois tipos de conceitos identificados por Vygotsky crescem em direções opostas. No entanto, os dois processos não são independentes, pelo contrário, são altamente relacionados. É preciso que o desenvolvimento de um conceito cotidiano tenha atingido determinado nível para que o conceito científico correlato possa ser absorvido pela criança.

Vygotsky (2000) chama a atenção para o fato de que as relações entre conceitos são relações de generalidade, com o nível de generalização atual sendo construído sobre o nível de generalização precedente. Assim, o conceito científico exige a existência de um sistema de generalização enquanto que o conceito cotidiano prescinde desse sistema.

Outro ponto para o qual Vygotsky (2000) chama a atenção é a existência de uma história que precede cada situação de aprendizagem. O aluno ao entrar na escola já possui uma aritmética ou uma geometria não sendo, portanto, uma tábula rasa sobre a qual o professor e o ensino deixarão a sua marca.

A partir dessa diferenciação entre conceitos espontâneos e conceitos científicos, vemos que a aprendizagem possui uma natureza diferente quando acontece dentro da escola em relação à situação externa à escola. Essa diferença para Vygotsky não pode ser explicada somente pelo caráter sistemático da aprendizagem conceitual científica.

Para sair desse impasse, Vygotsky (2000) desenvolve dois conceitos-chave. Ao primeiro chama de Zona de Desenvolvimento Real (ZDR) e ao segundo Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

1. A Zona de Desenvolvimento Real compreende aquelas funções psíquicas já dominadas pelo sujeito. É esta região que é explorada pelos testes. Nela estão aquelas habilidades já dominadas pelo sujeito. Para os adeptos da teoria pela qual o desenvolvimento precede a aprendizagem é o lugar onde o professor e o sistema de ensino devem trabalhar.
2. A Zona de Desenvolvimento Proximal, por outro lado, indica aquele conjunto de habilidades onde o sujeito pode ter sucesso se **assistido por um adulto ou alguém mais experiente**. É nessa região que estão as habilidades ainda em desenvolvimento pelo sujeito. Se pegarmos duas crianças que apresentem a mesma ZDR ambos poderão ter graus diferentes de sucesso na solução de problemas assistidos. As habilidades nas quais as crianças apresentam sucesso na solução de problemas assistidos serão aquelas onde o sujeito poderá ter sucesso sozinho depois de algum tempo, se o desenvolvimento seguir o seu curso normal.

Deste modo, para Vygotsky (2000), a região onde a escola deve trabalhar é a da ZDP de modo a alavancar o processo de desenvolvimento dessas funções.

5.1.3 O papel da escola e das disciplinas científicas

De tudo que foi mencionado até agora, qual seria o papel da escola e das disciplinas científicas?

Como vimos na seção anterior, o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal caracteriza esta região como um espaço onde os conceitos e funções psíquicas estão ainda em fase de desenvolvimento, enquanto a Zona de Desenvolvimento Real é caracterizada por ser uma região onde os conceitos e funções já se encontram acabados, prontos. Portanto, se a

escola trabalhar dentro dessa região, em nada estará contribuindo para o desenvolvimento da criança.

Como também comentamos anteriormente, a gênese dos conceitos científicos se dá de forma completamente diferente dos conceitos espontâneos; os conceitos científicos nascem já abstratos, precisando do papel mediador de outros conceitos para a sua formação. O espaço por excelência para essa ação pedagógica é a escola. Além disso, como bem apontado por Vygotsky, o desenvolvimento das funções superiores em uma determinada área afeta áreas correlatas onde as mesmas habilidades são utilizadas.

Da mesma forma que a teoria de Piaget, a teoria de Vygotsky possui mais um caráter epistemológico que é de aprendizagem propriamente. No entanto, a exemplo de Ausubel, Vygotsky se preocupa com a sala de aula.

O principal componente inovador da teoria de Vygotsky é a incorporação de fatores sociais na formação de conceitos. Em Vygotsky, os conceitos vão sendo formados individualmente por cada sujeito até atingirem o estágio de pseudoconceitos. Nesta fase, é a mediação da cultura que permite uma convergência dos pseudoconceitos em direção a conceitos compartilhados por um certo agrupamento humano. Sem esse papel mediador da cultura, os pseudoconceitos evoluiriam em direções arbitrárias, não permitindo a vida social.

Outro conceito importante da teoria de Vygotsky é o de Zona de Desenvolvimento Proximal. É definida como uma zona cognitiva onde os estudantes são ainda capazes de trabalhar (solucionar problemas) se assistidos, mas ainda não são capazes de fazê-lo sozinhos. Para Vygotsky (2000), o professor deve trabalhar na Zona de Desenvolvimento Proximal, de modo a fazer avançar a fronteira da Zona de Desenvolvimento Real, definida como aquela zona cognitiva em que o aluno pode trabalhar só. Como fazer isso? O professor deve propor problemas que contenham elementos dentro da Zona de Desenvolvimento Real mas que contenham também elementos da zona cognitiva que se encontra em fase de desenvolvimento, a Zona de Desenvolvimento Proximal. O trabalho em grupo e cooperativo entre os estudantes mais avançados fará com que os alunos avancem, transformando assim a Zona de Desenvolvimento Proximal em Zona de Desenvolvimento Real.

5.2 Teoria das situações didáticas

De acordo com Brousseau (1996), uma situação didática ocorre quando há a intenção (implícita ou explícita) de aprendizagem. Já uma situação adidática (ou não declaradamente didática), é uma situação didática em que o aluno deve perceber as características e padrões

que o ajudarão a compreender um novo saber. Durante as situações didáticas, o professor deve agir como simples mediador/observador, apenas efetuando a devolução do problema.

Segundo Brousseau (1996, p. 8)

Uma situação didática é um conjunto de relações estabelecidas explicitamente e ou implicitamente entre um aluno ou um grupo de alunos, num certo meio, compreendendo eventualmente instrumentos e objetos, e, um sistema educativo (o professor) com a finalidade de possibilitar a estes alunos um saber constituído ou em via de constituição [...]. o trabalho do aluno deveria, pelo menos em parte, reproduzir características do trabalho científico propriamente dito, como garantia de uma construção efetiva de conhecimentos pertinentes.

Uma situação didática é formada pelas múltiplas relações pedagógicas estabelecidas entre professor, alunos e o saber, com a finalidade de desenvolver atividades voltadas para o ensino e para a aprendizagem de um conteúdo específico. Somente com estes três elementos é que teremos uma situação didática.

Porém estes três elementos, ou a situação didática, não são suficientes para entender por completo o conteúdo em questão: precisa-se de uma vinculação com outros recursos didáticos, para que se entenda realmente a matéria, como por exemplo, a forma como o professor ensina, os métodos utilizados, a disposição da matéria. É muito importante que o professor saiba apresentar o conteúdo para que os alunos se interessem e vejam o conteúdo na sua realidade, caso contrário os alunos ficarão cada vez mais distantes e não assimilarão os conteúdos pretendidos.

✓ Tipos de situações didáticas

Brousseau (1996) a fim de analisar as relações existentes entre as atividades de ensino com as diversas possibilidades de uso do saber matemático, categoriza situações didáticas em quatro tipos: **situações de ação, de formulação, de validação e de institucionalização**

✓ Situação de ação

É aquela quando o aluno, que se encontra ativamente empenhado na procura de uma solução de um determinado problema, realiza determinadas ações mais imediatas, que resultam na produção de um conhecimento de natureza mais operacional.

✓ Situação de formulação

O aluno já utiliza na solução do problema estudado, alguns modelos ou esquemas teóricos explícitos além de mostrar um evidente trabalho com informações teóricas de uma forma bem mais elaborada, podendo ainda utilizar uma linguagem mais apropriada para viabilizar esse uso da teoria.

✓ Situação de Validação

É aquela em que o aluno já utiliza mecanismos de prova e onde o saber é usado com esta finalidade. Estas situações estão relacionadas ao plano da racionalidade e diretamente voltadas para o problema da verdade.

✓ Situações de institucionalização

Visam estabelecer o carácter de objetividade e universalidade do conhecimento. O saber tem assim uma função de referência cultural que extrapola o contexto pessoal e localizado... o professor seleciona questões essenciais para a apropriação de um saber formal a ser incorporado como património cultural.

5.2.1 Engenharia didática

Uma questão inerente a toda investigação científica é a maneira como se realizará a pesquisa, ou seja, a metodologia a ser empregada na validação das hipóteses levantadas. A dificuldade em decidir e seguir os processos controlados que poderão cientificamente levar-nos a conclusões permeiam as pesquisas que se referem às questões didáticas nos sistemas de ensino regular.

Um avanço metodológico em pesquisas no campo da educação surge no início de 1980, quando a noção da Engenharia Didática aparece na didática da Matemática, comparando o trabalho didático ao trabalho de um engenheiro que enfrenta os problemas com todas as ferramentas de que dispõem (ARTIGUE, 1988). Essa metodologia de investigação científica tem por objetivo “extrair relações entre pesquisa e ação [...] sobre o sistema baseado em conhecimentos didáticos preestabelecidos” (ARTIGUE, 1988, p.2) e marca assim a “importância da realização didática em sala como prática de pesquisa [...] para responder às necessidades permanentes que colocam à prova as construções teóricas elaboradas” (ARTIGUE, 1988, p. 2). Nehring (1996), Mello (1998), Araújo e Gitirana (2001), Vizolli

(2001) delineiam suas metodologias de pesquisa no campo da Educação Matemática dentro da Engenharia Didática e demonstram em suas observações o caráter científico delas com uma riqueza de detalhes em suas descrições.

Diante da análise das pesquisas que vem sendo realizadas e que utilizam a Engenharia Didática, percebemos que essa metodologia propõe um caminho para pesquisas na área da didática. Artigue (1988, p. 3) pontua que “a engenharia didática, encarada como metodologia de pesquisa, caracteriza-se em primeiro lugar por um esquema experimental baseado nas ‘realizações didáticas’ em sala, quer dizer, sobre a concepção, a realização, a observação e a análise de sequências de ensino”.

Diferentes fases compõem a metodologia da engenharia didática. A primeira fase é a das análises preliminares. Ela se dá apoiada em um referencial teórico já adquirido e analisa como se encaminha aquele conhecimento no aprendiz, como se dá o ensino atual em relação àquele domínio, as concepções dos alunos, as dificuldades e obstáculos que marcam a evolução (ARTIGUE, 1988). A segunda fase é a da concepção e análise a priori das situações didáticas nas quais o pesquisador definirá as variáveis que estarão sob controle, “comporta uma parte descritiva e outra preditiva” (ARTIGUE, 1988, p. 8), nela o comportamento esperado do aluno é o foco principal da análise. A terceira fase é a da experimentação, que é a ida a campo para aplicação da sequencia didática com uma certa população de alunos, a fim de fazer registros de observações (ARTIGUE, 1988). A quarta e última fase é a análise a posteriori e validação que “se apoia no conjunto de dados recolhidos quando da experimentação, [...] mas também nas produções dos alunos em sala de aula ou fora dela. Esses dados são geralmente completados por dados obtidos pela utilização de metodologias externas: questionários, entrevistas individuais ou em pequenos grupos, realizados em diversos momentos do ensino ou a partir dele” (ARTIGUE, 1988, p. 10).

Por meio do confronto das análises a priori, é elaborada a descrição e predição do provável comportamento do aluno com base no referencial teórico constituído, e da análise a posteriori, realizada sobre os dados recolhidos quando da ação efetiva no campo, é realizada a validação das hipóteses da pesquisa.

As principais diferenças entre as pesquisas realizadas dentro de uma Metodologia da Engenharia Didática e outras, na área da didática que não são desenvolvidas por meio dessa metodologia, são observadas na profundidade das análises preliminares, e também no fato da validação das hipóteses realizadas sobre o problema da pesquisa serem validadas no confronto entre análise a priori e a posteriori. Dentro desse quadro, a ida do pesquisador a campo busca

um confronto das análises iniciais com os dados sobre os procedimentos e desempenhos dos alunos, analisados posteriormente, validando assim as hipóteses da pesquisa.

Diante das reflexões que foram sendo construídas no decorrer da revisão teórica, nos dedicamos à elaboração de uma sequência que considerasse as discussões realizadas e, desenvolvendo-a, procuramos identificar, em análises, a priori e a posteriori, com base nos princípios da Engenharia Didática (ARTIGUE, 1988), os caminhos do processo de aprendizagem da noção de função afim, percebendo a relevância da caminhada de investigação e da metodologia utilizada para a ação educativa.

5.3 O que é experimento e quem trabalha com isso

O conceito de experimentação problematizadora almeja ir além da experimentação investigativa, na medida em que propõe a leitura, a escrita e a fala como aspectos indissolúveis da discussão conceitual dos experimentos.

Parece consenso entre pesquisadores e professores das ciências naturais que as atividades experimentais devem permear as relações de ensino e aprendizagem, uma vez que estimulam o interesse dos alunos em sala de aula e o engajamento em atividades subsequentes (GIORDAN, 1999; LABURÚ, 2006). Como defendem CarrasCosa et al. (2006), a atividade experimental constitui um dos aspectos-chave do processo de ensino e aprendizagem de ciências. Portanto, à medida que se planejam experimentos com os quais é possível estreitar o elo entre motivação e aprendizagem, espera-se que o envolvimento dos alunos seja mais vívido e, com isso, acarrete evoluções em termos conceituais.

Um envolvimento vívido pode ser compreendido, tendo por base o próprio pensamento freiriano, como a *práxis* (ação e reflexão) do aluno frente ao desafio que, no caso, é a interpretação do experimento. Ação e reflexão não podem ser destituídas uma da outra. Não basta a reflexão, pois se corre o risco de que esta vire blábláblá, assim como a ação sem o pensamento reflexivo, pautado num corpo teórico de conhecimentos, torna-se ativismo. Todavia, embora extensivamente debatida e defendida, há uma carência de pesquisas nesse sentido (LABURÚ, 2006).

Além disso, professores geralmente abordam a experimentação de forma genérica e intuitiva. Sendo assim, reflexões que procurem identificar aspectos importantes de um experimento, com os quais se torne mais provável a ocorrência da motivação e o desenvolvimento cognitivo nos alunos, fazem-se necessárias. Basicamente, a experimentação pode ser conduzida de duas formas: ilustrativa e investigativamente (GIORDAN, 1999). A

forma como acontece essa experimentação em sala de aula varia conforme a acepção teórica na qual se aporta o professor e/ou investigador que conduzirá a atividade. A experimentação ilustrativa geralmente é mais fácil de ser conduzida. Ela é empregada para demonstrar conceitos discutidos anteriormente, sem muita problematização e discussão dos resultados experimentais. Já a experimentação investigativa, por sua vez, é empregada anteriormente à discussão conceitual e visa obter informações que subsidiem a discussão, a reflexão, as ponderações e as explicações, de forma que o aluno compreenda não só os conceitos, mas a diferente forma de pensar e falar sobre o mundo por meio da ciência.

5.3.1 Fundamentos da experimentação problematizadora

Na perspectiva freiriana, a educação deve ser concebida como um processo incessante, inquieto e, sobretudo, permanente de busca ao conhecimento, em oposição ao que o autor denominou de educação bancária, caracterizada pela transmissão acrítica e apolítica do conhecimento. A educação bancária assume o conhecimento “como uma doação dos que se julgam sábios” (FREIRE, 2005, p. 67). Por outro lado, na pedagogia problematizadora, o professor deve suscitar nos estudantes o espírito crítico, a curiosidade, a não aceitação do conhecimento simplesmente transferido. Os educadores têm “como uma de suas tarefas primordiais trabalharem com os educandos a rigorosidade metódica com que devem se aproximar dos objetos cognoscíveis” (FREIRE, 2005, p. 26). A aprendizagem acontece com a formulação e a reformulação dos saberes pelos estudantes ao lado dos professores, igualmente sujeitos do processo.

No entanto, transpor as ideias de Freire à educação formal é problemático, visto que a teoria freiriana foi desenvolvida, basicamente, a partir da educação informal. Almejando facilitar a transposição das ideias de Freire para a atividade diária de sala de aula, Delizoicov Neto (1983) estruturou três momentos pedagógicos: (i) Problematização inicial; (ii) Organização do conhecimento; e (iii) Aplicação do conhecimento.

A problematização inicial consiste em apresentar situações reais que os alunos presenciam e que, ao mesmo tempo, estão envolvidas com os temas a serem discutidos. Tais situações exigem a introdução de conhecimentos teóricos para sua interpretação. O conhecimento explicitado pelo aluno na tentativa de compreender essas situações iniciais é então problematizado a partir de questionamentos, primeiramente em grupos pequenos e, posteriormente, com toda a sala.

O professor organiza a discussão não para fornecer explicações prontas, mas almejando o questionamento das posições assumidas pelos estudantes, fazendo-os refletir sobre explicações contraditórias e possíveis limitações do conhecimento por eles expressado, quando comparado ao conhecimento científico necessário à interpretação do fenômeno e do qual o professor deve ter o domínio. Nesse momento, o aluno deve ter o distanciamento crítico de suas interpretações da(s) situação (ões) proposta(s), reconhecendo a necessidade de novos conhecimentos com os quais possa interpretar a situação mais adequadamente.

No segundo momento (organização do conhecimento), os conhecimentos necessários para a compreensão das situações iniciais devem ser estudados de forma sistematizada. Problemas de lápis e papel, questionários semiabertos, vídeos, atividades de modelizações, entre outros, são recursos que podem desempenhar o papel formativo e construtivo da apropriação crítica dos conhecimentos.

A última etapa destina-se a capacitar os alunos na utilização do conhecimento que vem sendo adquirido. Tal conhecimento é mais bem sistematizado, ao mesmo tempo em que é empregado para analisar e interpretar as situações propostas inicialmente e outras que possam ser explicadas e compreendidas pelo mesmo corpo de conhecimentos. Problemas abertos que possam generalizar esses conhecimentos podem ser postos em prática.

Infundido também pelas ideias de Delizoicov Neto (1983), a experimentação problematizadora deve funcionar como integrante de, ao menos, um dos três momentos pedagógicos descritos. No caso específico do presente estudo, a experimentação foi empregada para a problematização inicial e, em parte, para a organização do conhecimento. Entretanto, nada impede que um experimento seja utilizado na etapa de aplicação do conhecimento ou, ainda, nos três momentos pedagógicos.

Esses três momentos pedagógicos devem ainda considerar vários aspectos para os quais Freire (2005; 2006) chama a atenção. Um deles é a historicidade dos seres humanos e, desse modo, a historicidade do conhecimento. Todos possuem um conhecimento que deve ser respeitado, mas, ao mesmo tempo, esse conhecimento está em constante superação, pronto para ser ultrapassado por um novo. Esse é o caráter histórico dos seres humanos e do conhecimento. Por isso que, numa pedagogia problematizadora, todos são seres inacabados, incompletos, imersos numa realidade histórica também inacabada. Resulta, assim, a necessidade de um processo ininterrupto de educação que considere os seres humanos como seres que “estão sendo”. “Daí que seja a educação um fazer permanente. Permanente, na razão da inconclusão dos homens e do devenir da realidade” (FREIRE, 2005, p. 84), visto que o conhecimento é histórico e, portanto, sempre será inacabado, está em processo.

O professor deve reconhecer sua incompletude e a dos alunos, incidindo, sobre estas, a busca pelo aperfeiçoamento. “Estar sendo é a condição, entre nós, para ser” (FREIRE, 2006, p. 33). Um processo pedagógico problematizador, portanto, deve deflagrar no aprendiz uma curiosidade cada vez maior de aprender.

5.3.2 Fundamentos da experimentação problematizadora para a sala de aula

A experimentação problematizadora funciona como parte integrante dos momentos pedagógicos de Delizoicov. Neto Quando empregada na primeira etapa (problematização inicial), é importante que ela seja abarcada por algumas considerações tecidas por Delizoicov Neto (1983). O experimento deve ser apresentado anteriormente a qualquer discussão teórica. Os estudantes fazem seus registros escritos de forma sistemática e rigorosa. Com esse intuito, pode-se empregar uma ficha de observação experimental.

Tal ficha deve conter os materiais a serem utilizados, os procedimentos experimentais, as instruções para observações e notas, além de questões e indagações que façam com que os alunos reflitam sobre suas anotações e sobre os resultados experimentais de forma a elaborar possíveis explicações para seus achados.

Nessa atividade, os alunos realizam o que Freire (2005) chama de leitura-de-mundo. Os alunos, quando observam e tentam explicar fenômenos naturais, estão fazendo uma leitura destes, que podem ser interpretados como leitura-de-mundo. No caso dos experimentos com fins educativos, estes devem ser deliberadamente elaborados com o intuito de proporcionar a leitura fenomenológica de eventos que ocorrem, via de regra, de forma natural no mundo. Para isso, é fundamental o registro crítico e sistemático desses fenômenos.

Essa etapa pode ser conduzida em duplas ou pequenos grupos. O papel do professor não é fornecer explicações prontas, mas problematizar com os alunos suas observações, ou seja, a leitura do experimento, fazendo-os reconhecer a necessidade de outros conhecimentos para interpretar os resultados experimentais.

Nesse momento, a fala aparece como outro componente essencial da aprendizagem. Os estudantes devem falar do fenômeno de maneira tal que a compreensão seja mais crítica.

A partir desse momento, inicia-se o segundo momento pedagógico, no qual o conhecimento científico é problematizado com os estudantes a partir de seus próprios registros escritos. No presente estudo, isso foi feito em parte mediante um questionário e em parte por meio da apresentação de um modelo analógico, não discutido aqui. No entanto, existem várias possibilidades. O professor pode, por exemplo, anotar na lousa algumas

hipóteses levantadas pelos estudantes, indagando-os sobre a validade delas, discutindo-as e problematizando-as de forma que os estudantes reconheçam qual (is) a(s) mais plausível(is) na explicação dos resultados observados. Após uma discussão conceitual com toda a sala, o professor pode solicitar que os alunos reelaborem suas hipóteses de forma a explicar o fenômeno mais completamente. Após reelaborarem por escrito suas explicações, o professor pode novamente discuti-las em grupos e com toda a sala, abordando, mais profundamente e com mais detalhes, os conceitos científicos envolvidos no fenômeno. Assim, os alunos formulam e reformulam suas ideias, tornando-se cada vez mais críticos.

Nessa perspectiva, leitura-escrita-fala formam uma tríade indicotomizável que não cessa e não pode ser deslindada. Após a leitura, os estudantes devem escrever sobre o fenômeno para em seguida falar sobre ele. Esse é um movimento em espiral e incessante. O conhecimento velho é superado pelo novo num movimento incessante e inquieto que, ao mesmo tempo, respeita as ideias trazidas pelos estudantes, e os assume como seres históricos que “estão sendo”. O intuito é sempre reformular as ideias dos alunos, tornando-as cada vez mais próximas do conceito cientificamente aceito.

O terceiro momento pedagógico (aplicação do conhecimento) também pode ser calcado na experimentação. O professor pode apresentar um experimento que envolva a interpretação a partir dos mesmos conceitos, exigindo, dessa forma, que os alunos apliquem os conhecimentos desenvolvidos em um contexto diferente. Também há a possibilidade de descrever um procedimento experimental, apresentando os resultados e solicitando aos estudantes explicações. Outras possibilidades ficam a critério do professor. O importante é que os alunos apliquem o conhecimento em um contexto diferente.

5.4 Contexto de uma sequência didática

Sequência didática é um termo usado em educação para definir um procedimento encadeado de passos, ou etapas, ligadas entre si, para tornar mais eficiente o processo de ensino e aprendizagem.

O termo Sequência Didática surgiu no Brasil nos documentos oficiais dos Parâmetros Curriculares Nacionais como "projetos" e "atividades sequenciadas". Atualmente, as sequências didáticas estão vinculadas ao estudo do gênero textual, porém quando surgiram eram abertas a diferentes objetos do conhecimento.

As sequências didáticas possibilitam a realização de um trabalho organizado paulatinamente, possibilitam também o crescimento e o aprofundamento em conceitos e em

saberes, passo a passo, de acordo com a curiosidade e estimulação presentes nas salas de aula. Entende-se também que a sequência didática garante que o professor não vai privilegiar um conhecimento em detrimento do outro, pois se não houve um planejamento criterioso de uma sequência, acaba-se por optar e desenvolver muitas ações de um campo do conhecimento, como de língua ou de Matemática, por exemplo.

Atualmente nas escolas o ensino de Ciências Naturais tem sido um desafio para a maioria dos professores, pois é praticamente impossível aproximar o ensino científico à realidade do aluno utilizando apenas livros didáticos, tendo em vista que os alunos são iniciantes nesse tipo de conhecimento e desconhecem a linguagem científica complexa geralmente utilizada nestes livros.

Sabe-se que o livro é um recurso didático fundamental, mas é importante reconhecer também que o modelo tradicional de ensino, ainda muito utilizado pelos professores nas escolas de ensino fundamental e médio, torna difícil para o aluno relacionar o conteúdo abordado com a sua realidade. Isto ocorre porque muitos dos livros adotados apresentam conceitos poucos esclarecedores e atividades que relacionam experimentos das áreas afins e, desta forma, nem sempre contribui para a percepção da complexidade das ciências pelos alunos. É de fundamental importância que os professores diminuam a distância entre a realidade do aluno e o conteúdo de ciências por apresentá-lo de maneira atrativa e dinâmica, levando-o a perceber que os fenômenos naturais fazem parte do cotidiano e que é possível compreendê-los.

De acordo com o Art.9º, item I do DCENM (BRASIL, 2002, p. 115), “Na situação de ensino e aprendizagem, o conhecimento é transporte da situação em que foi criado, inventado ou produzido, e por causa dessa transposição didática deve ser relacionado com a prática ou a experiência do aluno a fim de adquirir significado”.

Conhecer as explicações, focalizar as teorias sem a compreensão do “como”, do “porque”, sem relacionar com as práticas, pouco permitirá que esses alunos desenvolvam uma visão atualizada do mundo técnico e científico.

Tendo em vista a importância do uso de atividades experimentais para uma melhor compreensão dos fenômenos naturais, esta pesquisa teve como objetivo sugerir práticas simples que poderão ser utilizadas por professores mesmo em escolas onde não há laboratório, além de avaliar a importância do uso dessas atividades no processo de ensino e aprendizagem de modo a desenvolver a capacidade crítica e investigativa que ajudarão os alunos a compreender a realidade e os conteúdos propostos na sequência sugerida.

6 A PESQUISA

6.1 O conceito de função

O conceito de função, presente nos mais diversos ramos da ciência, teve sua origem na tentativa de filósofos e cientistas em compreender a realidade e encontrar métodos que permitissem estudar e descrever os fenômenos naturais. Segundo Caraça (1989), esta realidade apresenta duas características fundamentais: a interdependência, que faz com que todas as coisas estejam relacionadas umas com as outras e a fluência, que faz com que tudo no mundo esteja em permanente mudança. Como estudar variações de quantidade num mundo constituído de partes que dependem umas das outras e que mudam a cada instante?

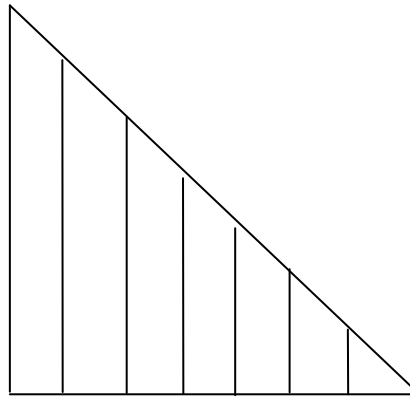
Na Grécia Clássica, as explicações para os fenômenos naturais eram baseadas, sobretudo, em mitos. A partir da fundação da primeira escola filosófica grega por Tales de Mileto, por volta de 600 a.C., os filósofos/cientistas procuraram dar explicações mais racionais para os eventos que ocorriam no mundo que os cercava. Desse modo, uma pedra ao ser largada cai, não por ser esta a vontade dos deuses, mas porque possuem uma qualidade chamada peso, que atrai os corpos para o centro da terra. Fenômenos como este, segundo Platão (427-347 a.C.), deveriam ser estudados pela Matemática. O estudo das mudanças físicas, principalmente do movimento, teve em Aristóteles (384-322 a.C.) sua figura principal. A física de Aristóteles era qualitativa e este tipo de abordagem influenciaria a evolução da ciência ainda por muito tempo. Veremos adiante que o conceito de função nasceu a partir do momento em que os cientistas passaram a descrever o movimento de forma quantitativa.

Por volta de 1100, quando os europeus entraram em contato com os povos do oriente através de viagens comerciais e das Cruzadas, os principais pensadores da Grécia foram traduzidos e suas ideias foram disseminadas. Várias Universidades foram criadas, como a de Bolonha, em 1088, e as de Paris, Oxford, Cambridge, Salerno, por volta de 1200. O pensamento aristotélico foi adotado como modelo para a filosofia/ciência na Idade Média, também conhecida como filosofia escolástica.

Este modelo foi questionado por padres como Roger Bacon (1214-1294) e Guilherme de Ockham (1300-1349), que criticaram fortemente as ideias de Aristóteles e defenderam que as verdades científicas deveriam necessariamente ser obtidas através da experiência. Na Universidade de Paris, o Bispo Nicolau de Oresme (1323–1382), ao estudar o movimento uniformemente disforme (movimento com aceleração constante), representou num gráfico a velocidade variando com o tempo da seguinte maneira (Figura 2) : marcou instantes de tempo

ao longo de uma linha horizontal que ele chamou de *longitudes* e representou as velocidades em cada tempo por linhas verticais, perpendiculares às longitudes, que ele denominou *latitudes*:

Figura 2- Variação da velocidade com o tempo



Fonte: GASPAR, Alberto. **Física**. São Paulo: Ática. 2003.

Os escolásticos deixaram para o século XV explicações acerca dos fenômenos naturais baseadas na doutrina cristã e na física qualitativa de Aristóteles. Neste início do período Renascentista, surgiram na Europa novas traduções em latim das obras gregas, e foi nessa época que os europeus entraram em contato com o pensamento de Platão. Segundo Kline (1990), os cientistas da época absorveram a filosofia platônica e combinaram estes pensamentos com os da Igreja: Deus criou e governa todas as coisas através da Matemática.

6.1.1 O desenvolvimento do conceito de função

A ideia de função que temos hoje em dia foi sendo construída ao longo do tempo por vários matemáticos.

Gottfried Leibniz, filósofo e matemático, foi estudioso de grande erudição em Teologia, Direito, Filosofia e Matemática. Nasceu em 10 de julho de 1646, na Alemanha, entrou para a Universidade de Leipzig em 1663, para estudar Direito. Aos dezessete anos já era bacharel e, aos vinte anos, preparava-se para receber o título de doutor.

Figura 3 – Gottfried Leibniz



Fonte: www.fisnet.com.br (2013)

O título foi negado por ser novo demais, fato que o forçou a sair da cidade de Leipzig e ir estudar na Universidade de Altdorf, em Nuremberg, onde conseguiu o título. Em 1666, escreveu a obra “*De Arte Combinatória*”, onde criou o modelo de combinação. Leibniz elevou os estudos sobre a Matemática e a lógica. Até os dias atuais, a Biblioteca Real de Hanôver tem a guarda de seus rascunhos. Criou uma máquina de calcular mais avançada do que a de Pascal. A sua máquina foi exposta na *Royal Society*, em Londres, o que permitiu que ele se tornasse membro dessa instituição. Em 1676, demonstrou o “Teorema Fundamental do Cálculo”, publicado em 11 de julho de 1677. Trabalhou para a família Brunswick e outras famílias aristocratas no setor jurídico e diplomático. Viajou pelos principais países da Europa e organizou a Academia de Ciências de Berlim, eliminada no século XX pelos nazistas. Leibniz criou o termo “função”, e ao lado de Isaac Newton desenvolveu o cálculo moderno. Próximo de sua morte, não possuía o mesmo prestígio de antes, morreu esquecido em 14 de novembro de 1716, a única testemunha de seu enterro fora seu secretário. O matemático alemão G. W. Leibniz introduziu as palavras função, constante e variável na linguagem matemática.

Leonhard Paul Euler (Basiléia, 15 de Abril de 1707 - São Petersburgo, 18 de Setembro de 1783) foi um matemático e físico suíço de língua alemã que passou a maior parte de sua vida na Rússia e na Alemanha. Euler fez importantes descobertas em campos variados

nos Cálculos e Teoria dos Grafos. Ele também fez muitas contribuições para a Matemática moderna no campo da terminologia e notação, em especial para a Análise Matemática, como a noção de uma função matemática. Além disso, ficou famoso por seus trabalhos em mecânica, ótica e astronomia. Euler é considerado o mais proeminente matemático do século XVIII. Foi também um dos mais prolíficos. Uma declaração atribuída a Pierre-Simon Laplace manifestada sobre Euler na sua influência sobre a Matemática: “Leia Euler, leia Euler, ele é o comandante de todos nós”. A notação $f(x)$ para indicar a lei de uma função foi introduzida por Euler.

Figura 4 -Leonhard Paul Euler



Fonte: www.fisnet.com.br (2013).

Em 1837, o matemático alemão P.G. Lejeune-Dirichlet (1805-1859) chegou perto da definição elementar moderna de função. Para isso, ele primeiro formulou a ideia de variável como um símbolo que representa indistintamente qualquer elemento de um conjunto de números. Depois caracterizou o conceito central: uma variável y se diz função de uma variável x , se, para todo o valor atribuído a x , corresponde, por alguma lei ou regra, um único valor de y . Nesse caso, x denomina-se variável independente e y , variável dependente. Com a criação da teoria dos conjuntos, nos fins do século XIX, tornou-se possível definir função da seguinte maneira: “sejam A e B conjuntos; uma parte f de $A \times B$ chama-se função de A em B se, para todo $x \in A$, existe um único $y \in B$ tal que $(x,y) \in f$. Nessas condições, escreve-se $f: A \rightarrow B$ e $f(x) = y$ ”. Curiosamente, é por essa definição, talvez a mais moderna e rigorosa, que a milenar tabela babilônica mais se aproxima da ideia de função. De fato, basta considerar cada uma de suas linhas como um par ordenado (a segunda linha, por exemplo, o par $(2,12)$) e identificar a tabela com o conjunto $f = \{(1,2),(2,12),(3,36),\dots,(30, 27\ 900)\}$ que, no contexto

em pauta, é uma função de $\{1,2,3,...,30\}$ em $\mathbb{R}$. O matemático alemão P. G. Lejeune Dirichlet deu uma definição de função muito próxima da que se usa hoje em dia.

Figura 5 - P.G. Lejeune-Dirichlet



Fonte: www.fisnet.com.br (2013)

Segundo René Thom, do livro “Parábolas e Catástrofes” , foi graças a noção de função, ainda que vaga, que se conseguiu modelizar a queda dos corpos e a refração dos raios luminosos. Conhecidas as leis, é possível construir instrumentos que tais leis explorem. Galileu construiu assim a luneta e, algum tempo depois, um primeiro microscópio. Obtidos os instrumentos, começou-se obviamente a utilizá-los. Galileu observou os astros, Malpighi os tecidos do ser vivo. Assim nasceu a ciência experimental. Mas a ênfase dada à experiência não foi causa do progresso científico e sim o seu efeito. Foi o efeito da maturação, no espírito da comunidade científica, da estrutura teórica que é a noção de função.

A noção de função surgiu muito tarde na cena da ciência, pelo menos na sua forma completa. Trata-se de uma noção praticamente desconhecida pela Matemática antiga e que fez a sua tímida aparição apenas com a álgebra árabe, a qual ocupando-se das equações lineares, introduziu em certa medida a noção de função linear. Quando, no ano 500, os algebristas italianos começaram a estudar os polinômios e as equações algébricas de grau superior, a exigência de construir uma teoria destas funções particulares fez-se efetivamente sentir. O próprio Newton, ao descrever o movimento dos corpos, não conhecia a função, a não ser em casos particulares, em que a variável era o tempo. Ela aparece só com Leibniz: a quem também se deve as definições gerais das noções de variável, de argumento de uma função e ainda de parâmetro.

6.1.2 Função afim

O objetivo desta pesquisa é propor uma Sequência Didática que consolide o conceito de Função Afim, através de dois experimentos de Física, a fim de ilustrar a aplicabilidade e importância deste conceito.

Chama-se **função polinomial do 1º grau**, ou **função afim**, a qualquer função f de $\mathbb{R}$ em $\mathbb{R}$ dada por uma lei da forma $f(x) = ax + b$ ou $y = ax + b$, onde a e b são números reais dados e $a \neq 0$.

Na função $f(x) = ax + b$, o número a é chamado de coeficiente de x e o número b é chamado termo constante.

Veja alguns exemplos de funções polinomiais do 1º grau:

$$f(x) = 5x - 3, \text{ onde } a = 5 \text{ e } b = -3 \quad (1)$$

$$f(x) = -2x - 7, \text{ onde } a = -2 \text{ e } b = -7 \quad (2)$$

$$f(x) = 11x, \text{ onde } a = 11 \text{ e } b = 0 \quad (3)$$

Gráfico

O gráfico de uma função polinomial do 1º grau, expressa por $y = ax + b$, com $a \neq 0$, é representado por uma reta oblíqua aos eixos Ox e Oy .

Exemplo:

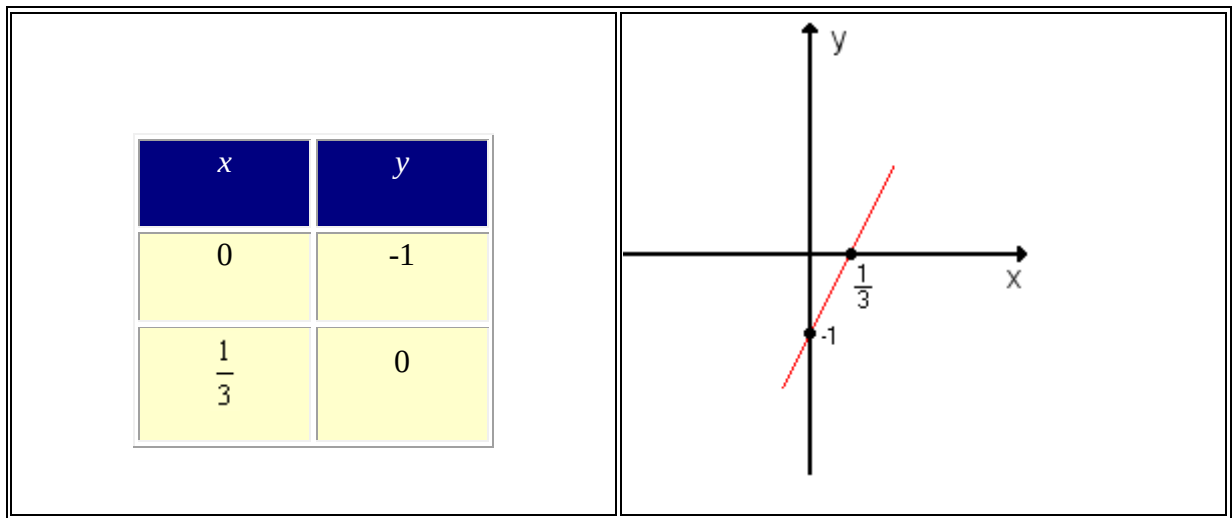
Vamos construir o gráfico da função $y = 3x - 1$:

Como o gráfico é uma reta, basta obter dois de seus pontos e ligá-los com o auxílio de uma régua:

- Para $x = 0$, temos, substituindo x por zero, na função $y = 3 \cdot 0 - 1 = -1$; portanto, um ponto é $(0, -1)$.
- Para $y = 0$, temos, substituindo y por zero, na função $0 = 3x - 1$; portanto, $x = \frac{1}{3}$ e outro ponto é $(\frac{1}{3}, 0)$.

Marcamos os pontos $(0, -1)$ e $(\frac{1}{3}, 0)$ no plano no cartesiano e ligamos os dois com uma reta.

Figura 6 – Tabela e gráfico da função crescente $f(x) = 3x - 1$



Fonte: Autor, 2014.

Já vimos que o gráfico da função afim $f(x) = ax + b$ é uma reta.

O coeficiente de x , **a**, é chamado **coeficiente angular da reta**;

O termo constante, **b**, é chamado **coeficiente linear da reta**.

Para $x = 0$, temos:

$y = a \cdot 0 + b = b$. Assim, o coeficiente linear é a ordenada do ponto em que a reta corta o eixo Oy.

Zero da função afim e Equação do 1º Grau

Chama-se zero da função polinomial do 1º grau $f(x) = ax + b$, $a \neq 0$, o número real x tal que $f(x) = 0$. Temos:

$$f(x) = 0 \rightarrow ax + b = 0 \rightarrow ax = -b \rightarrow x = -\frac{b}{a} \quad (4)$$

Vejamos alguns exemplos:

1. Obtenção do zero da função $f(x) = 2x - 5$:

$$f(x) = 0 \rightarrow 2x - 5 = 0 \rightarrow 2x = 5 \rightarrow x = \frac{5}{2} \quad (5)$$

2. Cálculo do zero da função $g(x) = 3x + 6$:

$$g(x) = 0 \rightarrow 3x + 6 = 0 \rightarrow 3x = -6 \rightarrow x = \frac{-6}{3} \rightarrow x = -2 \quad (6)$$

3. Cálculo da abscissa do ponto em que o gráfico de $h(x) = -2x + 10$ corta o eixo das abscissas:

O ponto em que o gráfico corta o eixo dos x é aquele em que $h(x) = 0$; então:
 $h(x) = 0 \rightarrow -2x + 10 = 0 \rightarrow -2x = -10 \rightarrow x = 5$ (7)

Crescimento e decrescimento

Consideremos a função polinomial do 1º grau $y = 3x - 1$. Vamos atribuir valores cada vez maiores a x e observar o que ocorre com y :

Figura 7 – Análise do crescimento da função $f(x) = 3x - 1$

x aumenta

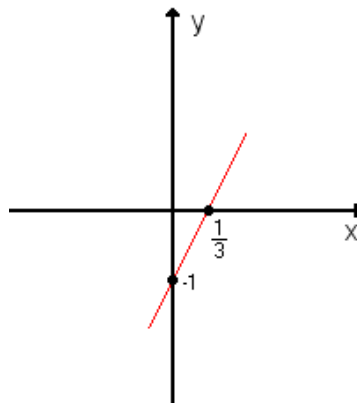
x	-3	-2	-1	0	1	2	3
y	-10	-7	-4	-1	2	5	8

y aumenta

Fonte: Autor, 2014.

Notemos que, quando aumentamos o valor de x , os correspondentes valores de y também aumentam. Dizemos, então, que a função $y = 3x - 1$ é crescente.

Observamos o seu gráfico:



Consideremos agora a função polinomial do 1º grau $y = -x + 3$. Vamos atribuir valores cada vez maiores a x e observar o que ocorre com y :

Figura 8 – Análise do decrescimento da função $f(x) = -x + 3$

x aumenta

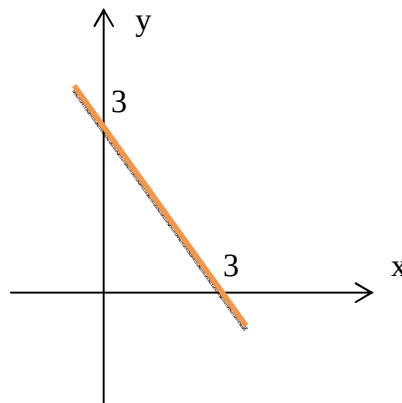
x	-3	-2	-1	0	1	2	3
y	6	5	4	3	2	1	0

y diminui

Fonte: Autor, 2014.

Notemos que, quando aumentamos o valor de x , os correspondentes valores de y diminuem. Dizemos então que a função $y = -x + 3$ é decrescente.

Observamos o seu gráfico:



Regra geral:

- I. a função polinomial do 1º grau $f(x) = ax + b$ é crescente quando o coeficiente de x é positivo ($a > 0$);
- II. a função polinomial do 1º grau $f(x) = ax + b$ é decrescente quando o coeficiente de x é negativo ($a < 0$).

Justificativa:

1. para $a > 0$: se $x_1 < x_2$, então $ax_1 < ax_2$. Daí, $ax_1 + b < ax_2 + b$, de onde vem $f(x_1) < f(x_2)$.
2. para $a < 0$: se $x_1 < x_2$, então $ax_1 > ax_2$. Daí, $ax_1 + b > ax_2 + b$, de onde vem $f(x_1) > f(x_2)$.

6.1.3 Relação entre a matemática, a física e a função afim

A Matemática e a Física são duas ciências que andam lado a lado. A física pode ser compreendida como uma aplicação da Matemática. Há diversas áreas da física que utilizam o conceito de função para explicar alguns fenômenos. No estudo da cinemática (ramo da física que estuda os movimentos dos corpos), o uso de funções do primeiro grau ou funções afim é muito comum. Uma das funções afim usadas na cinemática é a que relaciona a posição (S) de um móvel em movimento uniforme (movimento com velocidade constante) com o tempo (t), chamada de função horária do espaço em relação ao tempo. O modelo matemático que define essa função é: $S = S_0 + v \cdot t$, onde,

$S_0 \rightarrow$ é o espaço inicial do móvel (lugar que ele ocupa no instante $t = 0$);

$v \rightarrow$ é sua velocidade escalar.

Vamos fazer uma comparação entre a expressão acima e a expressão que define uma função afim:

$$S = S_0 + v \cdot t \quad \text{e} \quad y = b + a \cdot x, \quad \text{onde:} \quad (8)$$

$$y = S, \quad b = S_0, \quad a = v \quad \text{e} \quad x = t. \quad (9)$$

Observe que a sentença matemática que define o movimento uniforme é o mesmo de uma função afim, pois está escrito da forma $f(x) = ax + b$.

Vamos fazer um exemplo de utilização da função horária do movimento. Exemplo. Um carro está localizado no Km 16 de uma rodovia retilínea no instante $t = 0$. Ele está se movendo a uma velocidade constante de 80 km/h. Determine:

a) a função horária do movimento do carro.

Solução: Sabemos que a função horária é dada por $S = S_0 + vt$

Segue que:

$$S_0 = 16 \text{ km e } v = 80 \text{ km/h} \quad (10)$$

Assim,

$$S = 16 + 80t \quad (11)$$

b) determine a posição que o carro estará no instante $t = 1,5 \text{ h}$

Solução: Para determinar a posição no instante $t = 1,5 \text{ h}$ basta substituir esse valor na função horária do movimento. Assim, teremos:

$$S = 16 + 80 \cdot 1,5 \rightarrow S = 16 + 120 = 136 \text{ km} \quad (12)$$

6.2 Teste diagnóstico: uma análise a priori

Nesta seção, apresentamos uma análise da aplicação de questionários em nove das trinta e três escolas da 14ª Coordenadoria de Ensino do Estado de Alagoas, correspondendo a 27% do total de escolas desta coordenadoria, com a participação de dezoito professores, sendo assim distribuídos:

Quadro 1 – Quantitativo de professores entrevistados por escola

ESCOLA	Nº DE PROFESSORES
ESCOLA ESTADUAL PADRE CABRAL	3
ESCOLA ESTADUAL GILVANA ATAIDE	1
ESCOLA ESTADUAL DR ^a EUNICE DE LEMOS CAMPOS	1
ESCOLA ESTADUAL BENEDITA DE CASTRO	3
ESCOLA ESTADUAL RUBENS CANUTO	1
ESCOLA ESTADUAL DOM OTÁVIO	1
ESCOLA ESTADUAL IRENE GARRIDO	1
ESCOLA ESTADUAL SALETE GUSMÃO	3
ESCOLA ESTADUAL MARGAREZ MARIA SANTOS LACET	4
Total de Professores Participantes	18

Fonte: Autor, 2014.

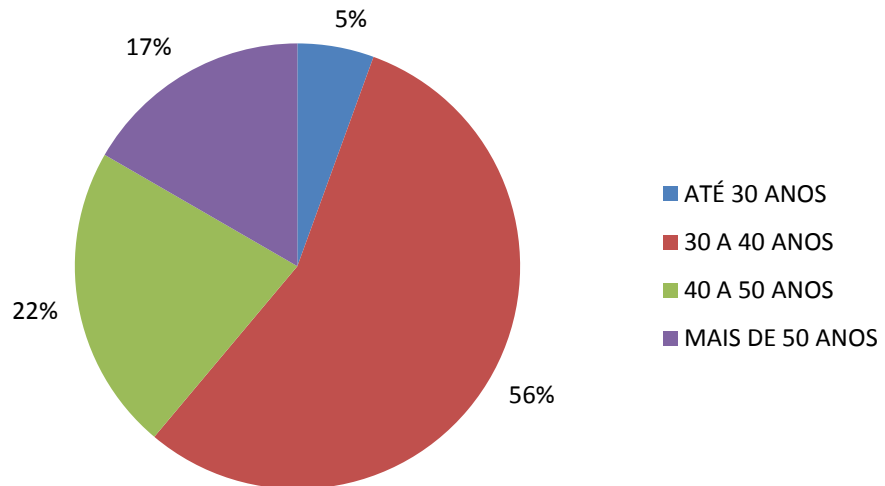
6.2.1 Aplicação do 1º questionário investigativo

A análise deste 1º questionário investigativo (questionário *a priori*), que se encontra nos anexos, é de fundamental importância, pois servirá de suporte para a elaboração da sequência didática proposta nesta pesquisa e com isso a construção do produto educacional que será utilizado pelos professores de Matemática do 1º ano do ensino médio.

6.2.2 Análise do 1º questionário de pesquisa - uma análise a priori

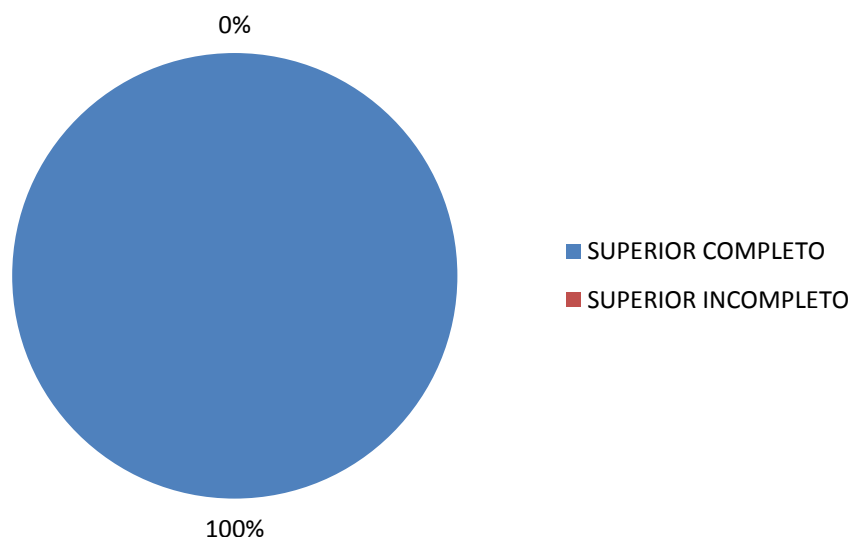
As questões 1, 2 e 3 referem-se ao nome do professor, escola em que leciona e o município onde fica localizada a escola.

Na Figura 9 é apresentado o resultado referente a questão 4 que trata da faixa etária dos professores entrevistados. Um professor possui até trinta anos, que corresponde a 5% do total de professores; dez professores possuem entre trinta e quarenta anos, que corresponde a 56% do total de professores; quatro professores possuem entre quarenta e cinquenta anos, que corresponde a 22% do total de professores e três professores possuem mais de cinquenta anos, que corresponde a 17% do total de professores.

Figura 9 – Faixa etária dos professores entrevistados

Fonte: Autor, 2014.

Na Figura 10 é apresentado o resultado referente a questão 5 que trata da formação dos professores entrevistados. Todos os professores possuem nível superior completo, que corresponde a 100% do total de professores e desse total todos os professores possuem licenciatura em Matemática e apenas um possui uma outra licenciatura, além da Matemática.

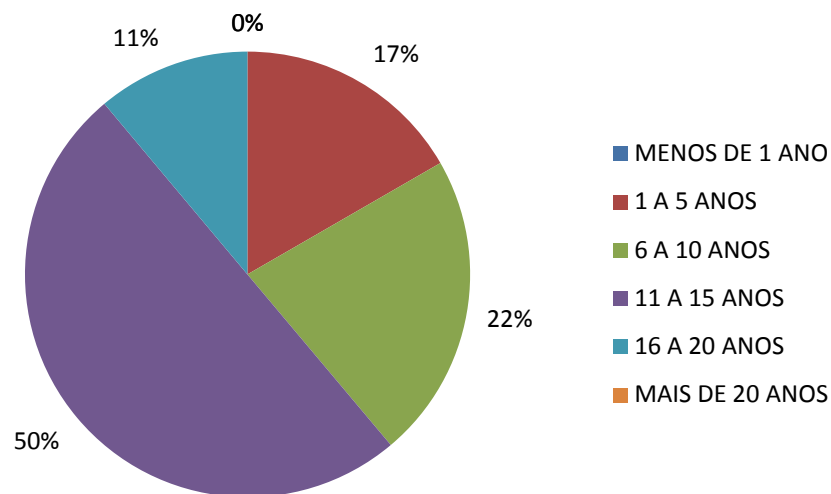
Figura 10 – Formação dos professores entrevistados

Fonte: Autor, 2014.

Na Figura 11 é apresentado o resultado referente a questão 6 que trata da atuação docente dos professores entrevistados. Dos dezoito professores que participaram da pesquisa, nenhum professor possui menos de um ano de atuação docente; três professores possuem de

um a cinco anos de atuação docente, que corresponde a 17% do total de professores; quatro professores possuem de seis a dez anos de atuação docente, que corresponde a 22% do total de professores; nove professores possuem de onze a quinze anos de atuação docente, que corresponde a 50% do total de professores; dois professores possuem de dezesseis a vinte anos de atuação docente, que corresponde a 11% do total de professores e nenhum professor possui mais de vinte anos de atuação docente.

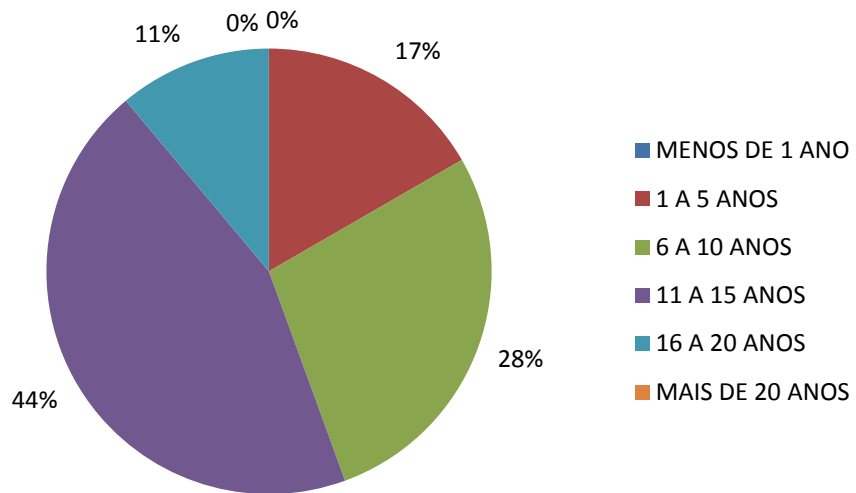
Figura 11 – Atuação docente dos professores entrevistados



Fonte: Autor, 2014.

Na Figura 12 é apresentado o resultado referente a questão 7 que trata sobre o tempo em que leciona Matemática os professores entrevistados. Dos dezoito professores que participaram da pesquisa, nenhum professor leciona Matemática a menos de um ano; três professores lecionam Matemática de um a cinco anos, que corresponde a 17% do total de professores; cinco professores lecionam Matemática de seis a dez anos, que corresponde a 28% do total de professores; oito professores lecionam Matemática de onze a quinze anos, que corresponde a 44% do total de professores; dois professores lecionam Matemática de dezesseis a vinte anos, que corresponde a 11% do total de professores e nenhum professor possui mais de vinte anos que leciona Matemática.

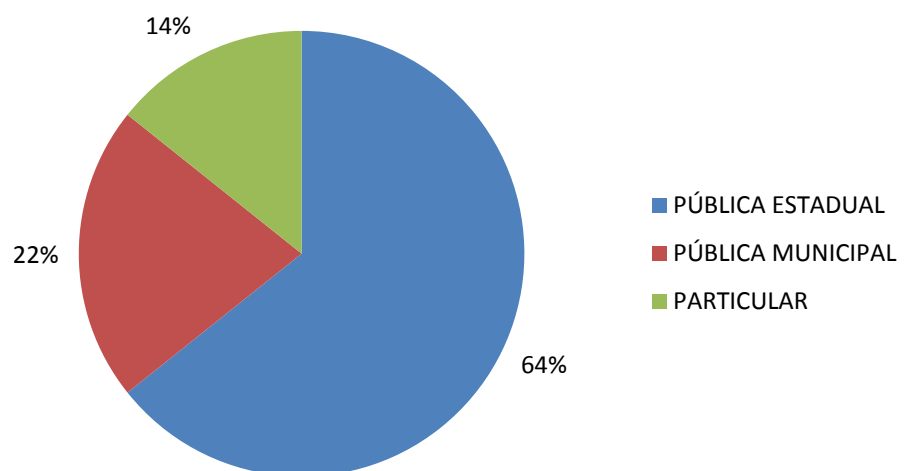
Figura 12 – Tempo em que os professores entrevistados lecionam Matemática



Fonte: Autor, 2014.

Na Figura 13 é apresentado o resultado referente a questão 8 que trata em que rede de ensino o professor leciona atualmente. Dos dezoito professores que participaram da pesquisa, onze professores trabalham na rede pública estadual, que corresponde a 64% do total de professores; 4 professores trabalham na rede pública municipal, que corresponde a 22% do total de professores e três professores trabalham na rede privada, que corresponde a 14% do total de professores.

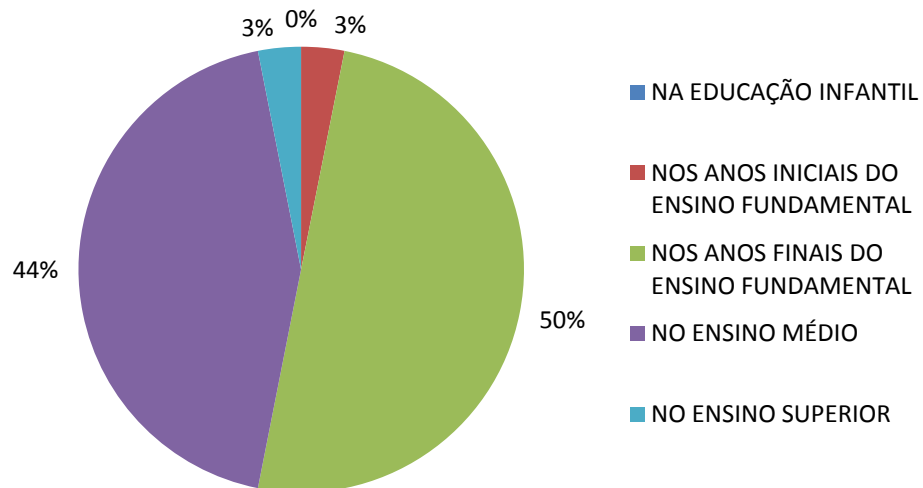
Figura 13 – Rede de ensino em que os professores entrevistados lecionam



Fonte: Autor, 2014.

Na Figura 14 é apresentado o resultado referente a questão 9 que trata sobre o nível em que o professor leciona atualmente. Dos dezoito professores que participaram da pesquisa, nenhum professor trabalha na educação infantil; um professor trabalha nos anos iniciais do ensino fundamental, que corresponde a 3% do total de professores; nove professores trabalham nos anos finais do ensino fundamental, que corresponde a 50% do total de professores; oito professores trabalham no ensino médio, que corresponde a 44% do total de professores e um professor trabalha no ensino superior, que corresponde a 3% do total de professores.

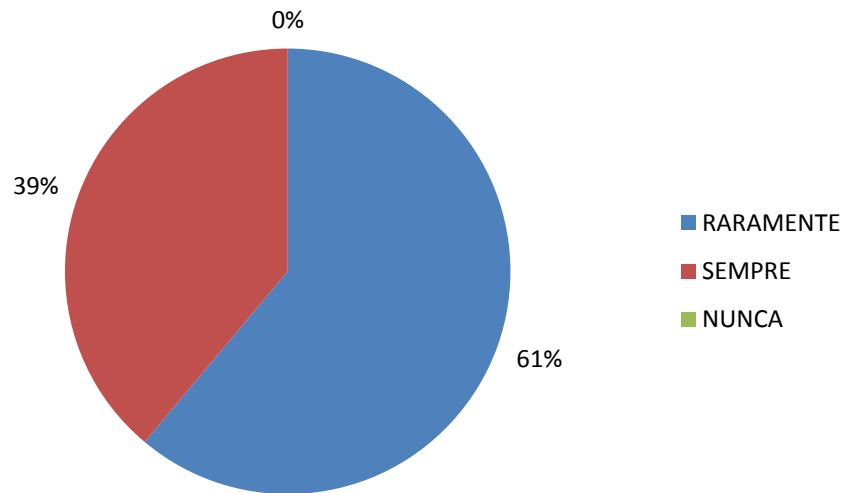
Figura 14 – Nível em que os professores entrevistados lecionam



Fonte: Autor, 2014.

Na Figura 15 é apresentado o resultado referente a questão 10 que trata sobre a participação do professor em formação continuada. Dos dezoito professores que participaram da pesquisa, onze professores participam raramente de formações continuadas, que corresponde a 61% do total de professores; sete professores sempre participam de formação continuada, que corresponde a 39% do total de professores e nenhum professor respondeu que nunca participou de formação continuada.

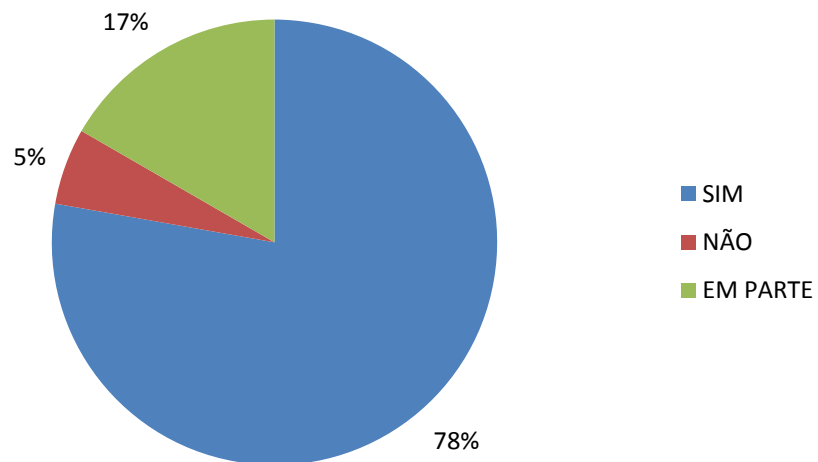
Figura 15 – Participação em formação continuada dos professores entrevistados



Fonte: Autor, 2014.

Na Figura 16 é apresentado o resultado referente a questão 11 que trata sobre se o professor sabe o que é um experimento de ciências. Dos dezoito professores que participaram da pesquisa, quatorze professores responderam que sabem o que é um experimento de ciências, que corresponde a 78% do total de professores; um professor respondeu que não sabe o que é um experimento de ciências, que corresponde a 5% do total de professores e três professores responderam que sabem em parte o que é um experimento de ciência, que corresponde a 17% do total de professores.

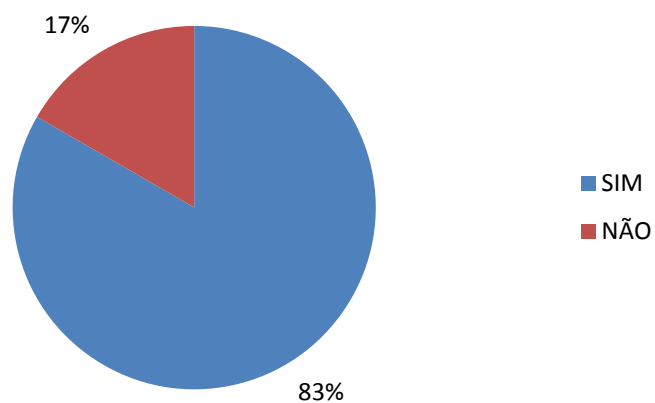
Figura 16 – Os professores entrevistados sabem o que é um experimento de ciências



Fonte: Autor, 2014.

Na Figura 17 é apresentado o resultado referente a questão 12 que trata sobre se o professor conhece algum experimento de ciências. Dos dezoito professores que participaram da pesquisa, quinze professores responderam que conhecem algum experimento de ciências, que corresponde a 83% do total de professores e três professores responderam que não conhecem algum experimento de ciências, que corresponde a 17% do total de professores.

Figura 17 – Os professores entrevistados conhecem algum experimento de ciências

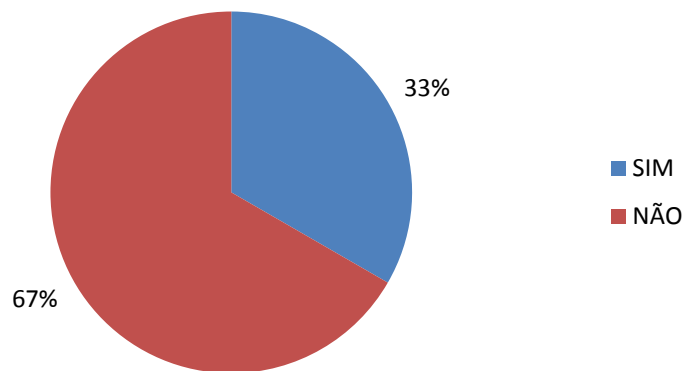


Fonte: Autor, 2014.

Na Figura 18 é apresentado o resultado referente a questão 13 que trata sobre se o professor, na sua formação, participou alguma vez da construção de algum experimento de

ciências. Dos dezoito professores que participaram da pesquisa, seis professores responderam que participaram da construção de algum experimento de ciências, que corresponde a 33% do total de professores e doze professores responderam que não participaram da construção de algum experimento de ciências, que corresponde a 67% do total de professores.

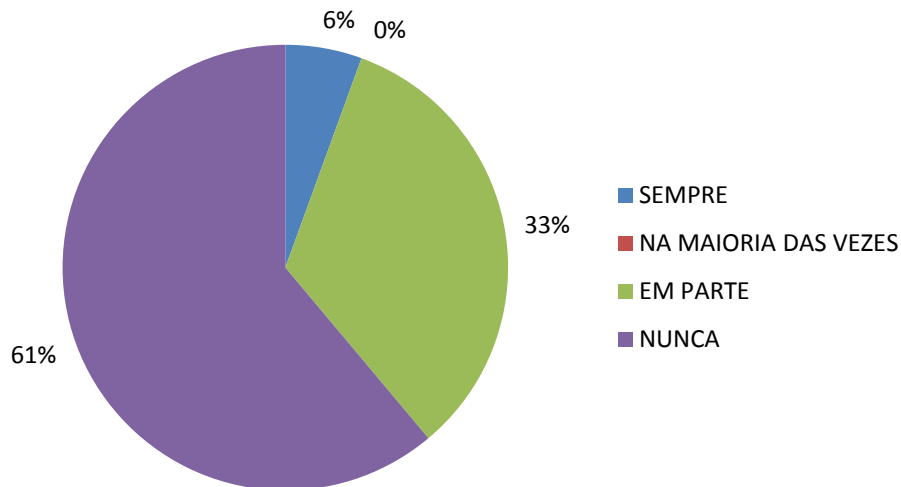
Figura 18 – Os professores entrevistados participaram alguma vez da construção de algum experimento de ciências



Fonte: Autor, 2014.

Na Figura 19 é apresentado o resultado referente a questão 14 que trata sobre se o professor de Matemática trabalha ou trabalhou com algum experimento de ciências em suas aulas. Dos dezoito professores que participaram da pesquisa, um professor respondeu que sempre trabalha ou trabalhou com algum experimento de ciências em suas aulas de Matemática, que corresponde a 6% do total de professores; nenhum professor respondeu que trabalha ou trabalhou com algum experimento de ciências em suas aulas de Matemática na maioria das vezes; seis professores responderam que trabalha ou trabalhou com algum experimento de ciências em suas aulas de Matemática, que corresponde a 33% do total de professores e onze professores responderam que nunca trabalharam com algum experimento de ciências em suas aulas de Matemática, que corresponde a 61% do total de professores.

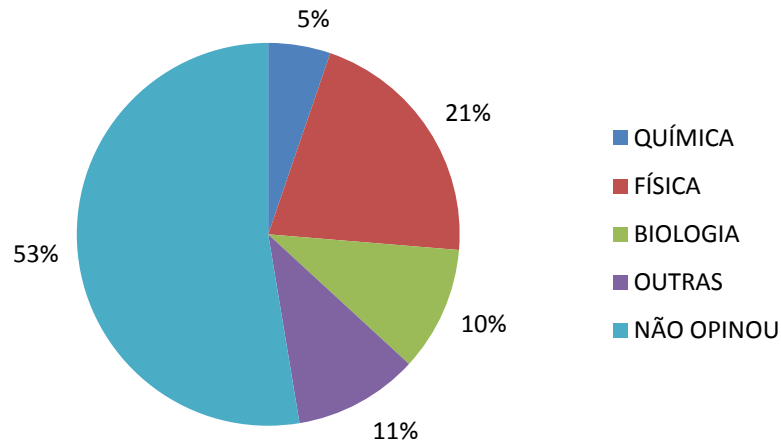
Figura 19 – Os professores entrevistados trabalham ou trabalharam com algum experimento de ciências em suas aulas



Fonte: Autor, 2014.

Na Figura 20 é apresentado o resultado referente a questão 15 que trata sobre se o professor de Matemática trabalha com experimentos de ciências em suas aulas de Matemática, em que área de conhecimento está este experimento. Dos dezoito professores que participaram da pesquisa, um professor respondeu que trabalhou com experimentos de ciências em suas aulas de Matemática na área de Química, que corresponde a 5% do total de professores; quatro professores responderam que trabalharam com experimento de ciências em suas aulas de Matemática na área de Física, que corresponde a 21% do total de professores; dois professores responderam que trabalharam com experimentos de ciências em suas aulas de Matemática na área de Biologia, que corresponde a 10% do total de professores e dois professores responderam que trabalharam com experimentos de ciências em suas aulas de Matemática em outras áreas, que corresponde a 11% do total de professores.

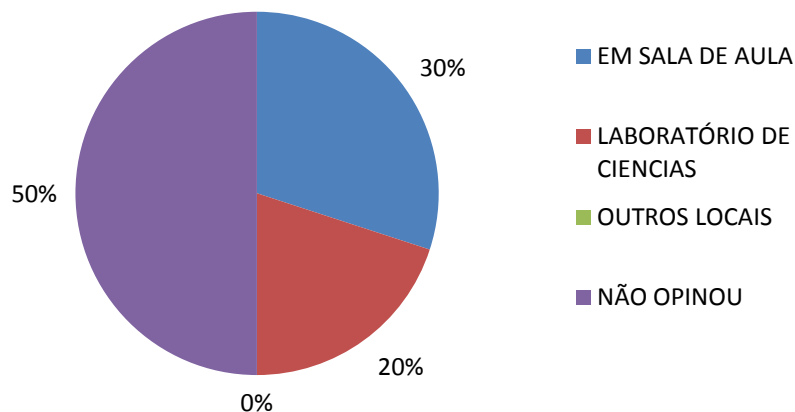
Figura 20 – Em que área os professores entrevistados trabalham seus experimentos



Fonte: Autor, 2014.

Na Figura 21 é apresentado o resultado referente a questão 16 que trata sobre onde estes experimentos são aplicados aos alunos. Dos dezoito professores que participaram da pesquisa, cinco professores responderam que trabalham com experimentos de ciências em sua aulas de Matemática em sala de aula, que corresponde a 30% do total de professores, quatro professores responderam que trabalham com experimentos de ciências em suas aulas de Matemática no laboratório de ciências da escola, que corresponde a 20% do total de professores e nove professores não opinaram, que corresponde a 50% do total de professores.

Figura 21 – Onde os professores entrevistados trabalham seus experimentos



Fonte: Autor, 2014.

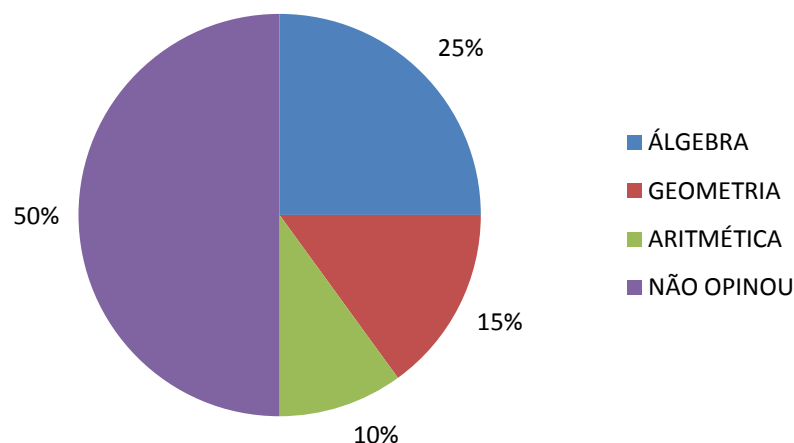
Em relação à questão 17, se você já trabalhou com algum experimento de ciências em suas aulas de Matemática, informe quais foram. Dos dezoito professores que participaram da

pesquisa, sete professores trabalharam com algum experimento de ciências em suas aulas de Matemática, que corresponde a 38,8% do total de professores. Os experimentos apresentados por eles foram:

- Velocidade média no estudo das funções;
- Pêndulo no estudo das funções;
- Construção de figuras planas para a demonstração de ângulos;
- Construção de balanças de dois pratos para a medição de massas;
- Construção e estudo dos sólidos geométricos no cálculo de volumes e áreas;
- Crescimento de plantas, usando sistema decimal de medidas;
- Simulação de reprodução de bactérias usando material manipulativo (tampas de refrigerante), trabalhando a potenciação.

Na Figura 22 é apresentado o resultado referente a questão 18 que trata sobre qual área da Matemática foram abordados os experimentos de ciências aplicados em suas aulas, dos dezoito professores que participaram da pesquisa, cinco professores responderam que trabalham com experimentos de ciências em suas aulas de Matemática em álgebra, que corresponde a 25% do total de professores; dois professores responderam que trabalham com experimentos de ciências em suas aulas de Matemática em Geometria, que corresponde a 15% do total de professores; dois professores responderam que trabalham com experimentos de ciências em suas aulas de Matemática em aritmética, que corresponde a 10% do total de professores e nove professores não opinaram, que corresponde a 50% do total de professores.

Figura 22 – Onde os professores entrevistados trabalham seus experimentos



Fonte: Autor, 2014.

Com as informações destas análises a priori, através deste teste diagnóstico, vimos que o uso de experimentos de física e de outras áreas das ciências é pouco ou nunca foi apresentado aos alunos em aulas de Matemática ministradas pelos professores envolvidos nesta pesquisa. Vamos apresentar a estes professores uma sequência didática constituída por dois experimentos de Física, que possa contribuir no processo de ensino e aprendizagem de seus alunos.

6.3 Teste diagnóstico: uma análise a posteriori

Este subitem apresenta a análise da aplicação de questionários para 11 professores de Matemática da rede estadual de educação do estado de Alagoas

6.3.1 Aplicação do 2º questionário investigativo

Antes da aplicação do 2º questionário investigativo (questionário *a posteriori*), que se encontra nos anexos, foi apresentado aos professores de Matemática um breve comentário sobre a análise das informações contidas no 1º questionário investigativo (questionário *a priori*) e um pouco da metodologia do presente trabalho.

Após essas informações, foram apresentados aos professores de Matemática os dois experimentos (lei de Hooke e velocidade média), os materiais utilizados na confecção de cada um, as etapas de execução de cada experimento, a construção dos gráficos e o estudo da função afim apresentados por eles.

Em seguida, após os experimentos práticos, foi apresentado o Software matemático GeoGebra aos professores. A partir disso, foram utilizadas as informações obtidas nas oficinas práticas para a construção dos gráficos das duas funções alcançadas neste Software.

Após o esboço de cada gráfico no geogebra, foi feita a análise de cada função, onde seu gráfico intercepta os eixos, determinação de outros pontos através da reta, estudo do sinal e domínio e imagem.

6.3.2 Análise do 2º questionário de pesquisa - uma análise a posteriori

Após a aplicação das oficinas com os professores, foi pedido a cada um deles que respondessem um questionário investigativo (questionário *a posteriori*), dando sua opinião sobre as oficinas e sugestões para a elaboração do produto educacional que será aplicado no 1º ano do ensino médio no estudo da função afim.

As questões 1, 2 e 3 referem-se ao nome do professor, escola em que leciona e o município onde fica localizada a escola.

Em relação à questão 4, todos os professores responderam que é relevante a utilização destes experimentos na aprendizagem de conteúdos de Matemática, em especial no estudo da função afim.

Em relação à questão 5, todos os professores classificaram como ótimo a utilização destes experimentos nas aulas de Matemática.

Em relação à questão 6, todos os professores responderam que haverá motivação, maior interação, melhor raciocínio e participação dos alunos nas aulas de Matemática quando esses experimentos de física forem utilizados.

Em relação à questão 7, os professores relataram que o uso destes experimentos não apresentam nenhum ponto negativo, apenas pontos positivos, entre eles, que os alunos vão aprender os conteúdos de forma prazerosa, aliando a teoria à prática e terão uma melhor apropriação dos conceitos de função afim.

Em relação à questão 8, todos os professores relataram que é muito importante a utilização de experimentos em sala de aula.

Em relação à questão 9, os professores relataram que a falta de infra-estrutura, carga horária excessiva, falta de conhecimento e falta de treinamento são as maiores dificuldades encontradas pelos professores para a utilização de experimentos em sala de aula.

Em relação à questão 10, os professores relataram que ter experimentos de ciências contextualizados para serem utilizados em aulas de Matemática é importante, é um diferencial do profissional e uma realidade.

Em relação à questão 11, os professores relataram algumas dificuldades que podem ser enfrentadas durante as aulas utilizando os experimentos:

- Quantidade de aulas nas turmas;
- Quantidade de alunos em sala de aula;
- Conteúdos não estudados pelos alunos em séries anteriores.

Em relação à questão 12, todos os professores responderam que não precisa de nenhuma modificação nessa metodologia de ensino, no que diz respeito à utilização de experimentos de física no estudo da função afim.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esperamos com este trabalho, através da execução dos experimentos propostos pelo produto educacional e das sequências didáticas, que se encontram nos anexos, fornecer subsídios suficientes para a realização do presente estudo, para que o professor consiga fazer com que o aluno aprenda significativamente o conceito de função afim de forma clara e prática, utilizando modelos matemáticos que enfatizam a Lei de Hooke e Velocidade Média.

A constatação da importância do uso de experimentos através das sequências didáticas propostas, apoiada no fato de que a Matemática desempenha papel decisivo, permite resolver problemas da vida cotidiana, tem muitas aplicações no mundo do trabalho e funciona como instrumento essencial para a construção de conhecimentos em outras áreas curriculares. Do mesmo modo, interfere fortemente na formação de capacidades intelectuais, na estruturação do pensamento e na agilização do raciocínio lógico e dedutivo do aluno.

A insatisfação revela que há problemas a serem enfrentados, tais como a necessidade de reverter um ensino centrado em procedimentos mecânicos, desprovidos de significados para o aluno. Há urgência em reformular objetivos, rever conteúdos e buscar metodologias compatíveis com a formação que hoje a sociedade reclama. No entanto, cada professor sabe que enfrentar esses desafios não é tarefa simples, nem para ser feita solitariamente.

Conclui-se que o professor de Matemática do 1º ano do ensino médio poderá utilizar o material didático proposto, através da sequência didática, facilitando o processo de ensino e aprendizagem no estudo de função afim utilizando experimentos de Física, numa perspectiva interdisciplinar, tornando suas aulas mais práticas e dinâmicas, facilitando a compreensão dos alunos nos conteúdos abordados pelos experimentos.

Mostra-se que é possível aplicar uma sequência didática que torne a função afim menos abstrata, demonstrando a utilidade dela em aplicações, desde que o professor esteja disposto a utilizar métodos diferentes de ensino e aprendizagem para elevar o conhecimento dos alunos.

Buscou-se, com essa pesquisa, conduzir o aluno através de novos métodos de ensino, a construir a definição de função afim e a investigar suas aplicações em alguns exemplos da Física no uso de temas que fazem parte do cotidiano do aluno, onde contribuirá substancialmente para o processo de ensino e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **Sobre o ensino de matemática e ciências na educação básica**. Disponível em:
<<http://br.geocities.com/joaolucasbarbosa/ensino/texto25maio2.pdf>> Acesso em: 20 abr. 2011.
- ALMOULOUD, S. A. COUTINHO, C. de Q. e S. Engenharia didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19/ANPED. **Revista Eletrônica em Educação Matemática**, Santa Catarina, v. 3, n. 1, p. 62-77, 2008. Disponível em:
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2008v3n1p62/12137>
Acesso em: 21 abr. 2011.
- ALVES, E. M. S. **A ludicidade e o ensino de matemática**: uma prática possível. Campinas: Papirus, 2001.
- ALMEIDA, G. P. de. **Transtornos e dificuldades de aprendizagem**: como lidar em sala de aula? Belo Horizonte: Conexa, 2010.
- ALMEIDA, L. R. de. Wallon e a Educação. In: WALLON, H. **Psicologia e educação**. São Paulo: Loyola, 2000.
- ALMEIDA JÚNIOR, J. B. A evolução do ensino de Física no Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 55-73, 1980. Disponível em:
<<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol02a06.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2011.
- ARAÚJO, A. J. de; GITIRANA, V. **Análise de uma seqüência didática**. Rio de Janeiro: Grupo de Trabalho de Educação Matemática da ANPED, 2001. Disponível em:
<http://www.anped.org.br/1928t.ntm>, 2001. Acesso em: 11 abr. 2014.
- ARRUDA, S. M.; LABURÚ, C. E. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. In: NARDI, R. **Questões atuais no ensino de ciências**. São Paulo: Escrituras, 2005.
- ARTIGUE, M. Ingèniere didactique. **Revue RDM**, [France], v. 9, n. 3, p 231-308, 1988.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: ciências naturais. Brasília, DF. 2002.
- BROUSSEAU, G. Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. **Recherches em Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v. 7, n. 2, p. 33-116, 1986.
- BOYER, C. **História da matemática**. 2. ed. São Paulo: E. Blücher, 1991.
- CACHAPUZ, A. F. Epistemologia e ensino de ciências no Pós Mudança Conceptual: análise de um percurso de pesquisa. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2, 1999, São Paulo. **Atas...** São Paulo: ENPEC, 1999.

CARAÇA, B. de J. **Conceitos fundamentais da matemática**. 9. ed. Lisboa: Liv. Sá da Costa, 1989.

CARRASCOSA, J. et al. Papel de la actividad experimental en la educación científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 157-181, 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6274/12764>. Acesso em: 26 maio 2014.

CARVALHO, A. M. P.; PÉREZ, D. G. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2006. (Coleção Questões da Nossa Época, v. 26).

DELIZOICOV NETO, D. Ensino de Física e a concepção freiriana de educação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol05a19.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2014.

ESTEVAM, E. J. G. (Re)significando a educação estatística no ensino fundamental: análise de uma sequência didática apoiada nas tecnologias de informação e comunicação. **Nuances: estudos sobre educação**, Presidente Prudente, ano 17, v. 18, n. 19, p. 163-164, 2011. Disponível em: <http://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/viewFile/356/391>. Acesso em: 13 maio 2014.

FONTANA, R. A. C. **Mediação pedagógica na sala de aula**. Campinas: Autores Associados, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 33. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2006.

_____. **Pedagogia do oprimido**. 43. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GASPAR, Alberto. **Física**. São Paulo: Ática. 2003. 496 p.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 10, p. 43-49, 1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2014.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 17, n. 1, p. 45-60, 1999. Disponível em: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v17n1p45.pdf>. Acesso em:

KLING, M. **Mathematical thought from ancient to modern times**. Oxford: University Press, 1990. v. 1.

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 382-404, 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6268/12763>. Acesso em: 1 mar. 2014.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora UERJ, 1999.

LUZIN, N. Function. **The American Mathematical Monthly**, Jan.-Mac. 1988.

MELLO, E. G. S. de. **Demonstração em Geometria: uma sequência didática para a introdução de seu aprendizado no ensino da matemática**. 1998. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1998.

NEHRING, C. M. **A multiplicação e seus registros de representação nas séries iniciais**. 1996. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. (Org.). **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio**. Porto Alegre: Sulina, 2004.

PAIS, L. C. **Didática da matemática: uma análise da influência francesa**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2008. 128 p.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência Tecnologia Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, João Pessoa, v. 2, n. 2, p.1-23, 2002. Disponível em: <http://www2.ufpa.br/ensinofts/artigos2/wildsoneduardo.pdf> Acesso em: 13 jun. 2013.

SCHNETZLER, R. P; ARAGÃO, R. M. R.. (Org.). **Ensino de ciências: fundamentos e abordagens**. Campinas: Vieira Gráfica , 2000.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. (Org.). **Ensino de ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: CAPES-UNIMEP, 2000.

SILVA, M. H. M.; REZENDE, W. M. Análise histórica do conceito de função. **Caderno Da Licença**, Niterói, ano 2, v. 2, p. 28-33, 1999. Disponível em: http://www.uff.br/dalicensa/images/stories/caderno/volume2/Anlise_Histrica_do_Conceito_de_Funcao.pdf Acesso em: 24 jul. 2013.

TORRES, C. M. A. et al. **Física: ciência e tecnologia**. São Paulo: Moderna. 2001. 665 p.

VIZOLLI, I. **Registro de representação semiótica no estudo de porcentagem**. 2001. 229 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2001.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

APÊNDICES

APÊNDICE A - QUESTIONARIO DE INVESTIGAÇÃO I



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA PPGECIM

Prezado (a) Professor(a)

A nossa pesquisa tem como objetivo de estudo a inclusão da temática de experimentos de ciências em sala de aula para desmistificar a Matemática como forma de melhorar o ensino-aprendizagem dos alunos.

Ao responder o presente questionário, você estará contribuindo não só para a pesquisa ora desenvolvida, mas principalmente para o aprimoramento da melhoria da educação básica.

Cordialmente:

Flávio Fabiano P. Torres

flavio.mat@hotmail.com

(82) 8862-6473

APÊNDICE A - QUESTIONARIO DE INVESTIGAÇÃO I

(continuação)

QUESTIONÁRIO DE INVESTIGAÇÃO I

1 - Nome:

2- Escola :

3-Município:

4-Faixa etária:

☐ até 30 anos ☐ 40 a 50 anos☐ 30 a 40 anos ☐ mais de 50 anos

5-Formação:

☐ superior completo☐ superior incompleto

5.1 -Graduação:

☐ licenciatura em☐ bacharelado em

Ano de conclusão :

Instituição :

6-Atuação docente:

☐ menos de 1 ano☐ 1 a 5 anos☐ 6 a 10 anos☐ 1 a 15 anos

☐ 16 a 20 anos

☐ mais de 20 anos

7-Leciona Matemática há:

☐ menos de 1 ano

☐ 1 a 5 anos

☐ 6 a 10 anos

☐ 11 a 15 anos

☐ 16 a 20 anos

☐ mais de 20 anos

8-Leciona atualmente na rede de ensino:

☐ pública estadual

☐ pública municipal

☐ particular

9-Leciona atualmente:

☐ na educação infantil

☐ nos anos iniciais do ensino fundamental

☐ nos anos finais do ensino fundamental

☐ no ensino médio

☐ no ensino superior

10-Você tem participado de formação continuada?

☐ raramente

☐ sempre

☐ nunca

11-Você sabe o que é um experimento de ciências ?

☐ sim

☐ não

☐ em parte

12-Você conhece algum experimento de ciências ?

☐ sim

☐ não

13-Na sua formação, você participou alguma vez da construção de algum experimento de ciências ?

☐ sim

☐ não

14-Você, como professor de matemática, trabalha ou trabalhou com algum experimento de ciências em suas aulas?

☐ sempre

☐ na maioria das vezes

☐ em parte

☐ nunca

15-Se você trabalha com experimentos de ciências em suas aulas de matemática em que área de conhecimento está este experimento?

☐ Química

☐ Física

☐ Biologia

☐ outras

16-Onde estes experimentos são aplicados aos alunos?

() em sala de aula

() laboratório de ciências

() outros locais. Qual (is) :

17-Se você já trabalhou com algum experimento de ciências em suas aulas de matemática, informe quais foram:

.....

.....

.....

.....

18-Qual área da Matemática foram abordados os experimentos de ciências aplicados em suas aulas de matemática?

() Álgebra

() Geometria

() Aritmética

Que conteúdos foram abordados?

.....

.....

.....

Agradecemos mais uma vez sua colaboração.

APÊNDICE B - QUESTIONARIO DE INVESTIGAÇÃO II

(Continua)

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
PPGECIM**

Prezado (a) Professor(a)

A nossa pesquisa tem como objetivo de estudo a inclusão da temática de experimentos de ciências em sala de aula para desmistificar a Matemática como forma de melhorar o ensino-aprendizagem dos alunos.

Ao responder o presente questionário, você estará contribuindo não só para a pesquisa ora desenvolvida, mas principalmente para o aprimoramento da melhoria da educação básica.

Cordialmente:

Flávio Fabiano P. Torres

flavio.mat@hotmail.com

(82) 8862-6473

APÊNDICE B - QUESTIONARIO DE INVESTIGAÇÃO II

(Continuação)

QUESTIONÁRIO DE INVESTIGAÇÃO II

1 - Nome:

2- Escola :

3-Município:

4-De que forma estes experimentos de ciências contribuíram na aprendizagem de conteúdos de Matemática?

() relevante

() irrelevante

() em parte

5-Como você classifica os experimentos de ciências nas aulas de matemática?

() ótimo

() bom

() regular

() ruim

6-Em relação aos alunos, qual a reação deles na utilização de experimentos de ciências em aulas de Matemática?

() houve motivação

() melhorou a interação

() melhorou o raciocínio

() melhorou a participação

7-Apresente o principal ponto positivo e negativo dos experimentos aplicados:

Positivo:.....

.....

.....

Negativo :

.....

.....

8-Qual o grau de relevância que você atribui a experimentos em sala de aula?

() importante

() muito importante

() pouco importante

() sem importância

9-Qual a dificuldade de utilizar experimentos em sala de aula?

() falta de infra-estrutura

() carga horária excessiva

() falta de apoio

() falta de conhecimento

() falta de treinamento

10-O que você acha de ter experimentos de ciências contextualizados para utilizar em suas aulas de Matemática?

() importante

() uma realidade

() um diferencial do profissional

() uma utopia

() uma exigência

11-Quais as dificuldades enfrentadas durante as aulas utilizando os experimentos?

.....

.....

.....

.....

12 -Que modificações precisam ser feitas nessa metodologia de ensino para melhorar a aprendizagem de conteúdos de Matemática?

.....

.....

.....

.....

Agradecemos mais uma vez sua colaboração

APÊNDICE C - PRODUTO EDUCACIONAL

(Continua)

Este Produto Educacional, intitulado “ **O USO DE EXPERIMENTOS DE FÍSICA NO ESTUDO DA FUNÇÃO AFIM**”, tem por objetivo propor uma sequência didática para o ensino e aprendizagem do estudo de função afim através de dois experimentos de física, utilizando os conteúdos: Lei de Hooke e velocidade média. Nele será mostrado o passo a passo da construção de cada experimento e sua utilização nas aulas de Matemática no estudo de função Afim.

Serão utilizados como recursos didáticos a apresentação dos experimentos de física necessários para a execução das oficinas e um software, o GeoGebra. Software matemático gratuito, que pode ser trabalhado em turmas de qualquer nível de ensino. O software pode ser instalado em qualquer computador.

Para adquiri-lo, basta entrar no site oficial do GeoGebra (<http://www.geogebra.org/cms/>) podendo ser copiado, distribuído e transmitido a outros para fins não comerciais.

Caso o leitor não queira baixar a versão, ele ainda pode usar a versão on-line, bastando apenas acessar o link: <http://www.geogebra.org/webstart/geogebra.html>. Se por ventura o aluno não possuir conexão com a internet em sua casa, ele ainda poderá baixar devido a uma licença off-line que o software possui para distribuição.

A instalação também pode ser efetuada instantaneamente se o sistema operacional for: Windows; Mac OS X; Linux; Unix; XO – one laptop per child. Aqui a versão on-line, isto é, a utilização do software sem a necessidade de instalação pode ser feita apenas nos três primeiros sistemas operacionais citados acima.

A página inicial do site oficial do GeoGebra disponibiliza também um material introdutório de como usar o software no link: http://www.geogebra.org/cms/pt_BR.

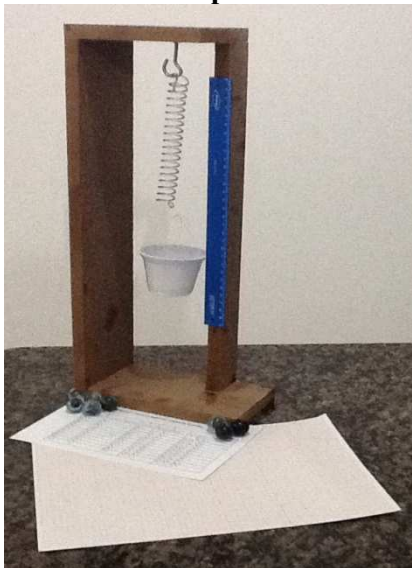
APÊNDICE C - PRODUTO EDUCACIONAL

(continuação)

A sequência didática está assim distribuída:

1º EXPERIMENTO: LEI DE HOOKE

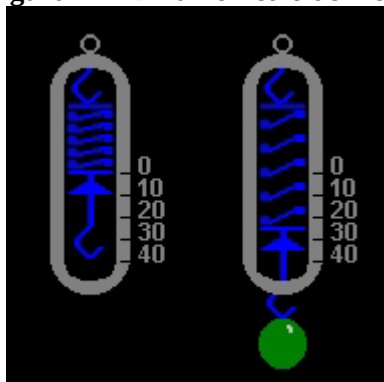
Figura 23 – Foto do 1º experimento: Lei de Hooke



Fonte: Autor, 2014

Podemos dizer que todo corpo sofre deformações ao ser submetido a qualquer tipo de força. Entre outros tipos de deformações, temos a deformação elástica. A deformação elástica é uma característica de todo tipo de material. Aplicando-se algum tipo de tração em um corpo, ele tende a se alongar, ou seja, seu comprimento final é maior que o comprimento inicial. Cessado o esforço que causou o alongamento, o objeto tende a voltar ao seu comprimento inicial. Isso significa dizer que não houve nenhuma deformação definitiva no objeto (uma deformação plástica ou mesmo uma ruptura no material).

Para medir forças, um dos instrumentos utilizados é o dinamômetro de mola. O dinamômetro de mola é constituído de uma mola helicoidal, tendo na sua extremidade superior um cursor que desliza sobre uma escala previamente graduada quando o dinamômetro é calibrado. Na outra extremidade da mola, é aplicada a força F que se quer medir (fig. 24).

Figura 24 - Dinamômetro de mola

Fonte: www.fisnet.com.br (2013).

OBJETIVOS

A experiência consiste na determinação da constante elástica de uma mola pela determinação direta do coeficiente entre a força aplicada à mola e seu alongamento.

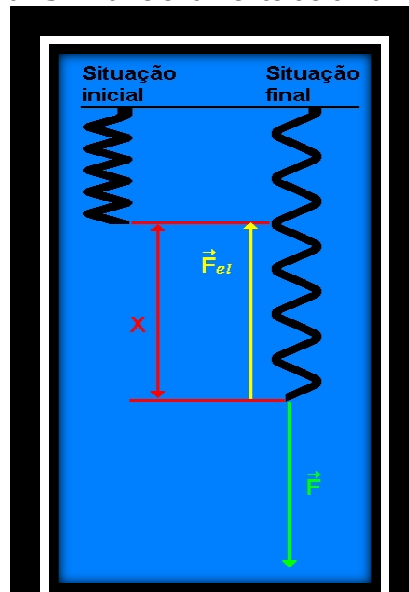
CONCEITOS MATEMÁTICOS ABORDADOS

Para este primeiro experimento, serão abordados os seguintes conteúdos matemáticos:

- Unidades de medidas;
- Razão e proporção;
- Equação do 1º grau;
- Sistema de equação do 1º grau;
- Sistema cartesiano;
- Esboço de gráficos;
- Função afim.

O dinamômetro funciona baseado na Lei de Hooke. Quando a deformação X da mola é elástica, cessando a ação da força F que produziu a deformação, a mola volta à posição inicial devido à ação da força elástica F_{el} intrínseca à mola (fig. 25).

Figura 25 – Funcionamento do dinamômetro de mola



Fonte: www.fisnet.com.br (2013).

Hooke estabeleceu uma lei que relaciona a força elástica $\mathbf{F}_{el}$ com a deformação $\mathbf{X}$ produzida na mola que é a seguinte:

Enunciado da Lei de Hooke:

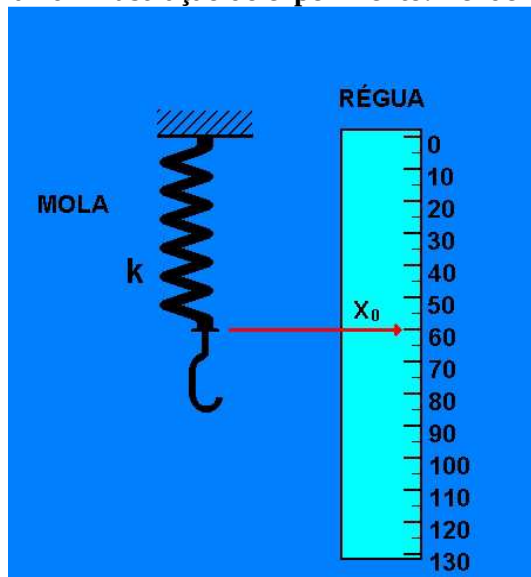
"A intensidade da força elástica $\mathbf{F}_{el}$ é proporcional à deformação $\mathbf{X}$ ".
Expressão:

$\mathbf{F}_{el} = \mathbf{Kx}$, ou vetorialmente: $\vec{F}_{el} = -K\vec{x}$, onde $\mathbf{K}$ é a constante elástica da mola. A unidade da constante elástica da mola no Sistema Internacional é **N/m**.

Observação: O sinal negativo na expressão vetorial da Lei de Hooke significa que o vetor força elástica $\mathbf{F}_{el}$ atua no sentido contrário ao vetor deformação $\mathbf{X}$.

A figura (26) ilustra o experimento:

(Continuação)

Figura 26 – Ilustração do experimento: Lei de Hooke

Fonte: www. fisnet.com.br (2013).

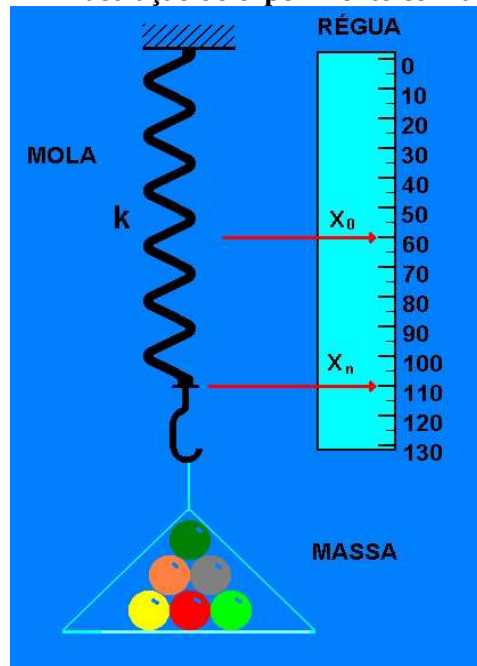
Para determinar o valor da constante elástica da mola no experimento, vamos seguir passo a passo o roteiro abaixo:

- Determine o valor da massa do suporte (copinho) e de cada massa que você irá usar (no exemplo, as bolinhas de gude).
- Estando o copinho preso à mola, verifique qual é a alongação inicial da mola. Nesse caso, o valor da massa do copinho corresponde à massa m_0 e a alongação corresponde a x_0 . Anote esses valores na tabela (Tabela 1), na coluna 1 o valor da massa e na coluna 2 o valor da posição da mola.
- Acrescente um valor conhecido de massa ao copinho (uma ou algumas bolinhas de gude). Some o valor da massa acrescentada à massa m_0 . Essa nova massa será chamada de m_1 . Verifique o valor correspondente da posição da mola que será chamado de x_1 . Anote os valores de m_1 e de x_1 nos campos 1 e 2 da tabela (Tabela 1), respectivamente.
- Repita o procedimento anterior, acrescentando massas à quantidade anterior. Verifique o valor correspondente da posição da mola e anote-os na tabela (Tabela 1).
- Repita o procedimento descrito nos itens 3 e 4 entre oito e dez vezes.

continuação

A figura (27) ilustra o procedimento para medição.

Figura 27 – Ilustração do experimento com as massas



Fonte: www.fisnet.com.br (2013)..

Observação:

As massas são cumulativas, isto é, para cada medição realizada, serão acrescentadas massas à quantidade anterior. Isso permite que se tenha massas maiores e, conseqüentemente, alongamentos maiores.

Tendo preenchido os valores das massas m_n e dos respectivos alongamentos da mola X_n , colunas 1 e 2 da tabela (Tabela 1), siga os procedimentos descritos abaixo para completar os valores na tabela (Tabela 1).

1. Calcule os valores dos pesos correspondentes às massas. Multiplique os valores de cada massa pelo valor da aceleração da gravidade. Considere $g=10 \text{ m/s}^2$. Anote esses valores nos campos correspondentes aos pesos P_n na coluna 3 da tabela (Tabela 1).
2. Calcule os valores dos alongamentos da mola referentes a cada valor de P e anote os valores na coluna 4 da tabela (Tabela 1). Os valores dos alongamentos correspondem à diferença entre a posição lida X_n e a posição inicial da mola X_0 . Por exemplo, a alongação correspondente ao peso P_3 é $\Delta X_3 = X_3 - X_0$.
3. Calcule os valores dos quocientes entre os pesos e as alongações correspondentes, P_n / X_n , e anote os resultados na coluna 5 da tabela (Tabela 1)

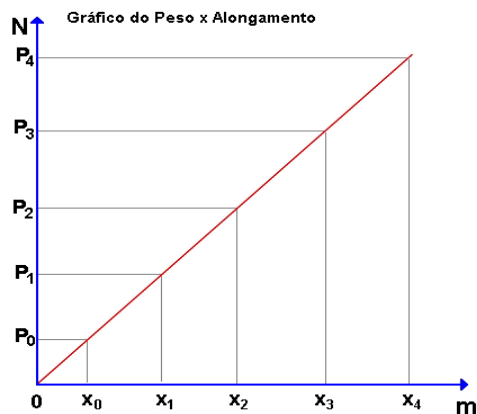
Tabela 1 – Coleta de dados para construção do gráfico referente à lei de Hooke

1	2	3	4	5
Massa(Kg)	Posição da mola(m)	Peso(N)	Alongamento(m)	Tg θ (N/ m)
$M_0=$	$X_0=$	$P_0=$	$X_0=$	$P_0 / X_0=$
$M_1=$	$X_1=$	$P_1=$	$X_1 - X_0=$	$P_1 / (X_1 - X_0) =$
$M_2=$	$X_2=$	$P_2=$	$X_2 - X_0=$	$P_2 / (X_2 - X_0) =$
$M_3=$	$X_3=$	$P_3=$	$X_3 - X_0=$	$P_3 / (X_3 - X_0) =$
$M_4=$	$X_4=$	$P_4=$	$X_4 - X_0=$	$P_4 / (X_4 - X_0) =$
$M_5=$	$X_5=$	$P_5=$	$X_5 - X_0=$	$P_5 / (X_5 - X_0) =$
$M_6=$	$X_6=$	$P_6=$	$X_6 - X_0=$	$P_6 / (X_6 - X_0) =$
$M_7=$	$X_7=$	$P_7=$	$X_7 - X_0=$	$P_7 / (X_7 - X_0) =$
$M_8=$	$X_8=$	$P_8=$	$X_8 - X_0=$	$P_8 / (X_8 - X_0) =$
$M_9=$	$X_9=$	$P_9=$	$X_9 - X_0=$	$P_9 / (X_9 - X_0) =$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$M_n=$	$X_n=$	$P_n=$	$X_n - X_0=$	$P_n / (X_n - X_0) =$

Fonte: Autor, 2014.

Com os valores da tabela 1 preenchidos, vamos executar agora as seguintes etapas:

1. Construa um sistema de coordenadas X e Y utilizando papel milimetrado e coloque os valores dos pesos no eixo Y e os valores dos alongamentos da mola no eixo X. Cada valor de X corresponde a um valor de Y;
2. Trace uma reta unindo os pontos que correspondem aos pares (x, y). Obteremos um gráfico do peso em função do alongamento da mola, semelhante ao gráfico de uma função Afim (figura 28).

Figura 28 – Gráfico do Peso x Alongamento

Fonte: Autor, 2014.

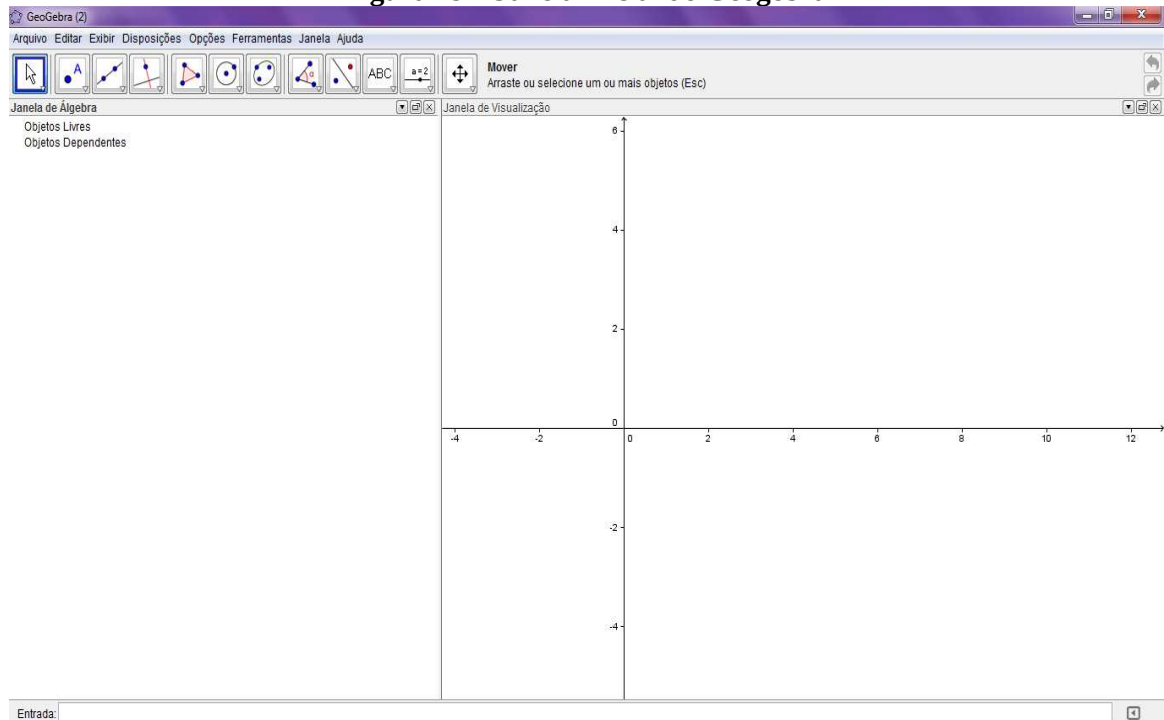
3. Determine em qual região do seu gráfico a curva do peso em função do alongamento pode ser aproximada por uma reta, e calcule o valor **K** da constante elástica da mola que se obtém considerando apenas os pontos do gráfico nessa região;
4. Determine a função afim que representa o gráfico da reta obtida pelos pontos encontrados no experimento;
5. Determine o zero ou a raiz da função afim encontrada na etapa 4, ou seja, o valor cuja reta intercepta o eixo X;
6. Escreva uma outra função afim e esboce seu gráfico no mesmo sistema cartesiano utilizado nas etapas 1 e 2;
7. Calcule o ponto de intersecção das retas obtidas nas etapas 2 e 6;
8. Faça uma análise das informações obtidas nas etapas anteriores.

CONSTRUÇÃO DO 1º EXPERIMENTO NO GEOGEBRA

ETAPAS PARA A EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO NO GEOGEBRA:

- 1 - Abra a janela inicial do geogebra.

Figura 29 – Janela inicial do Geogebra



Fonte: Autor, 2014.

- 2 - No Campo de Entrada, digite o parâmetro **a** que é o coeficiente angular da reta determinado no experimento.

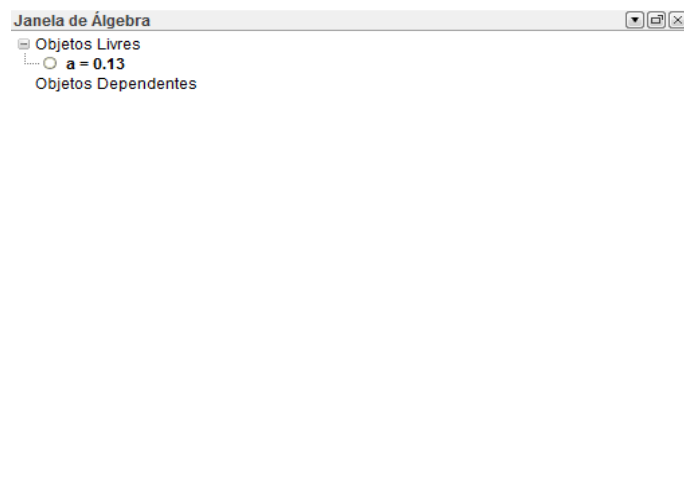
Figura 30 – Campo de entrada do Geogebra: parâmetro a



Fonte: Autor, 2014.

- 3 - Após ter digitado o parâmetro **a**, dê ENTER e ele aparecerá na janela de álgebra nos objetos livres.

Figura 31 – Janela de álgebra do Geogebra: objeto livre a



Fonte: Autor, 2014.

- 4 - No Campo de Entrada, digite o parâmetro **b** que é o coeficiente linear da reta determinado no experimento.

Figura 32 – Campo de Entrada do Geogebra: parâmetro b



Fonte: Autor, 2014

- 5 - Após ter digitado o parâmetro **b**, dê ENTER e ele aparecerá na janela de álgebra nos objetos livres.

Figura 33 – Janela de álgebra do Geogebra: objetos livres a e b



Fonte: Autor, 2014.

6 – No Campo de Entrada, digite a lei que representa a função afim colocando os parâmetros **a** e **b** das etapas 2 e 4.

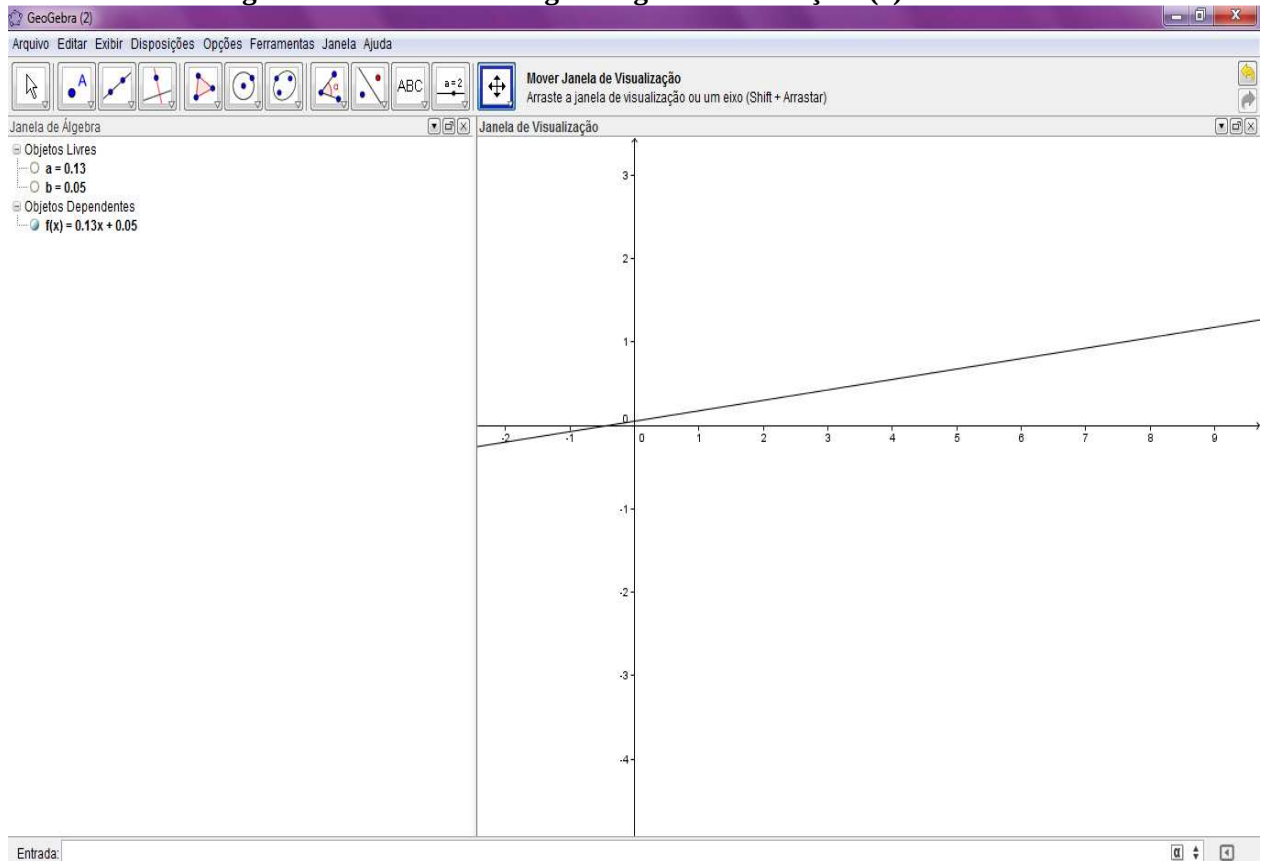
Figura 34 – Campo de entrada do Geogebra: Função $f(x) = ax + b$



Fonte: Autor, 2014.

7 – Após ter digitado a função afim, dê ENTER, e ela aparecerá na janela de álgebra nos objetos dependentes e também o gráfico ao lado determinado por esta função.

Figura 35 – Janela do Geogebra: gráfico da função $f(x) = ax + b$

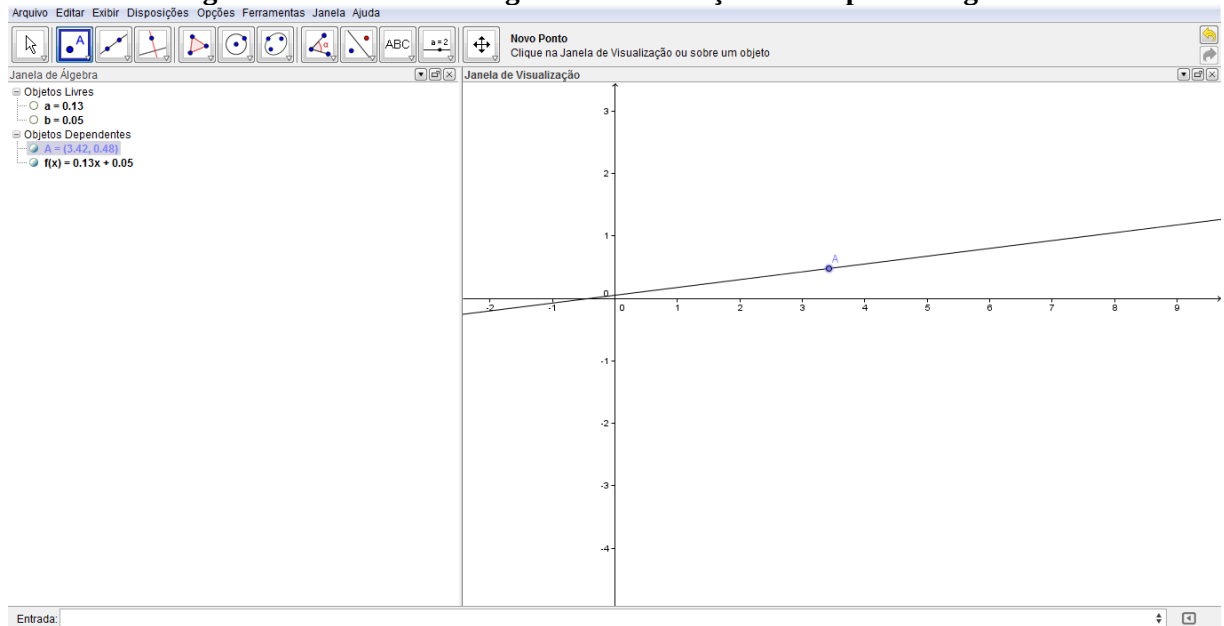


Fonte: Autor, 2014.

8 - Verifique se o gráfico obtido é o mesmo do experimento prático esboçado no papel milimetrado.

9 - Clique com o mouse na janela  e em seguida sobre a reta obtida no geogebra. As coordenadas dos pontos sobre a reta aparecerão na janela de álgebra nos objetos dependentes.

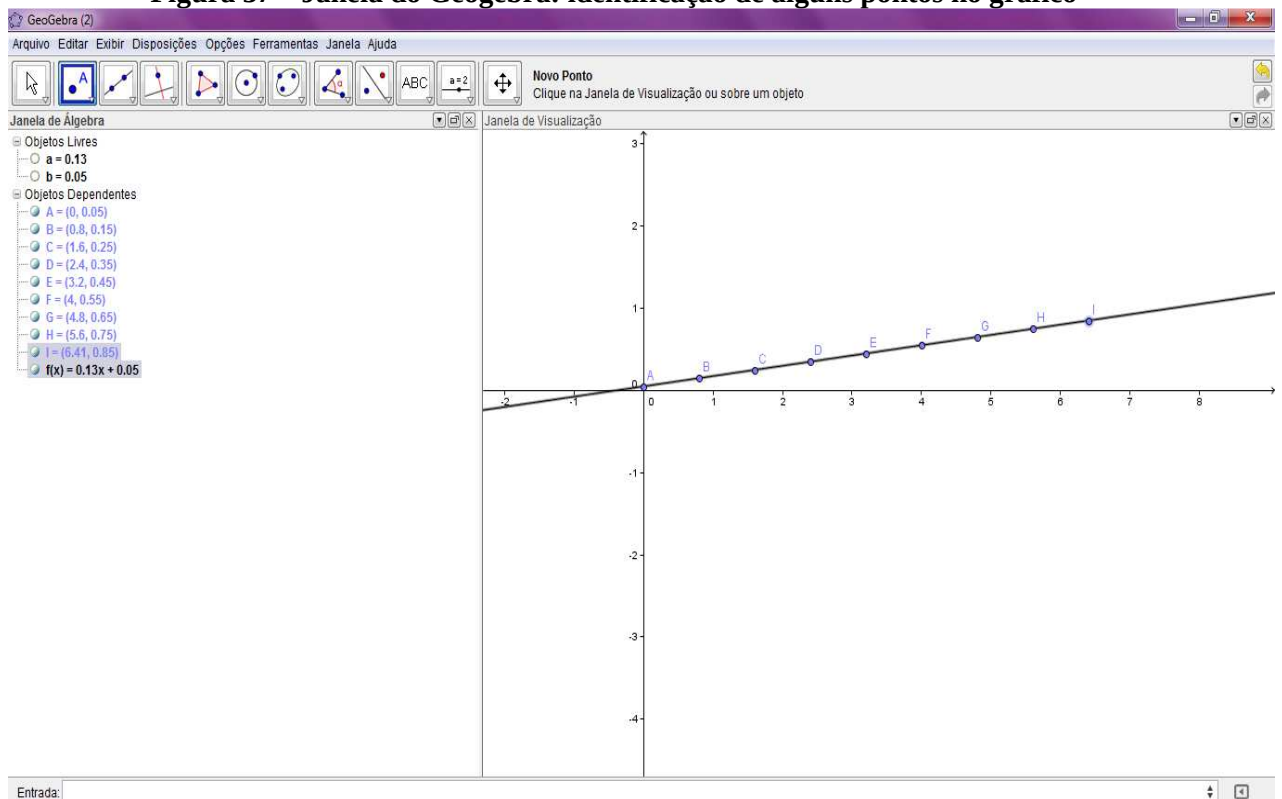
Figura 36 – Janela do Geogebra: identificação de um ponto no gráfico



Fonte: Autor, 2014.

- 10 - Clique e arraste o mouse sobre a reta e verifique se os pontos obtidos no experimento realmente estão sobre a reta no geogebra. Todos os pontos aparecerão na janela de álgebra nos objetos dependentes.

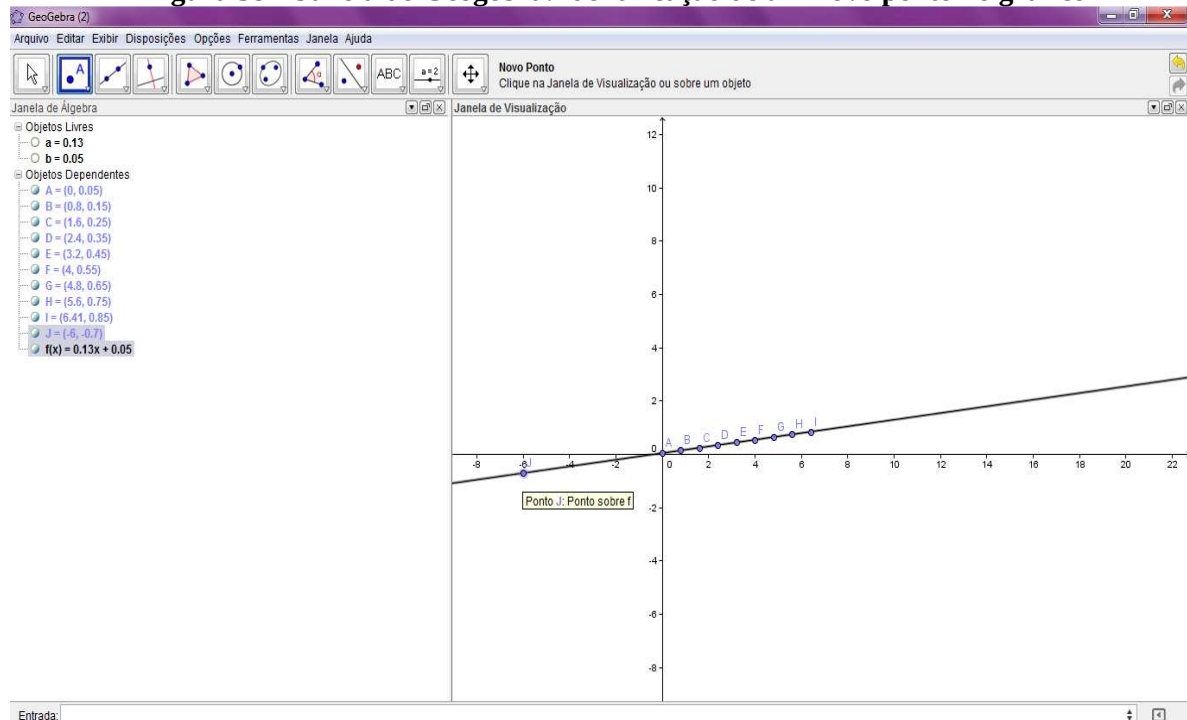
Figura 37 – Janela do Geogebra: identificação de alguns pontos no gráfico



Fonte: Autor, 2014.

11 - Clique e arraste o mouse sobre a reta e determine outros pontos para valores negativos de x . Por exemplo: para $x = -6$.

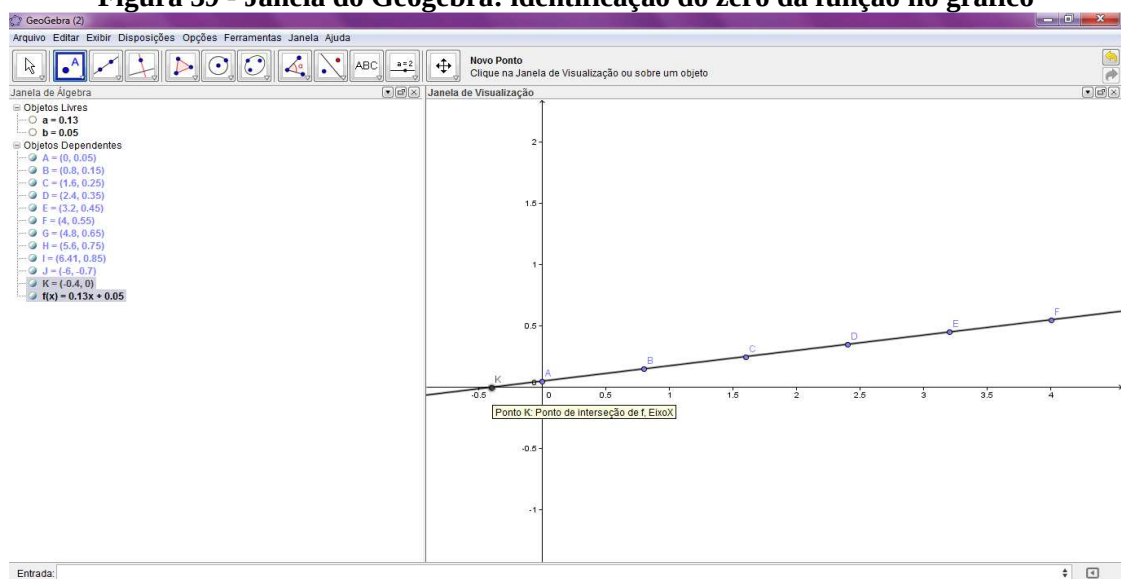
Figura 38 – Janela do Geogebra: identificação de um novo ponto no gráfico



Fonte: Autor, 2014.

12 - Verifique se o zero ou raiz da função afim determinado no experimento corresponde ao valor cuja reta obtida no geogebra intercepta o eixo x .

Figura 39 - Janela do Geogebra: identificação do zero da função no gráfico

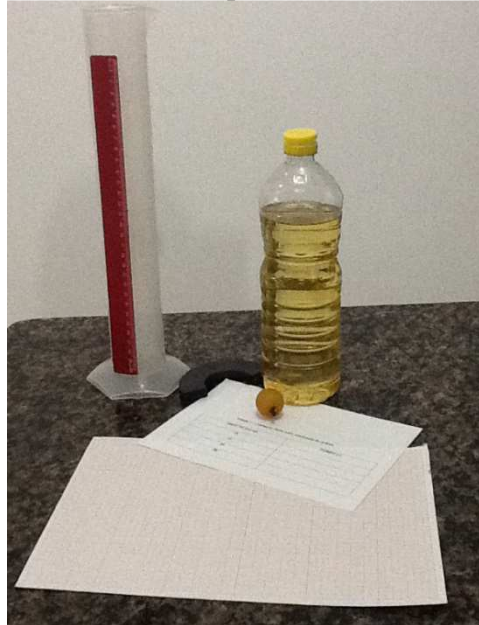


Fonte: Autor, 2014.

13 – Faça uma análise do gráfico obtido no geogebra através da função afim.

2º EXPERIMENTO: VELOCIDADE MÉDIA

Figura 40 – Foto do 2º experimento: velocidade média



Fonte: Autor, 2014.

As funções são utilizadas em modelos matemáticos para explicar fenômenos ou estabelecer relações entre grandezas. A relação entre distância percorrida e tempo é fundamental para definir o conceito de velocidade. Vamos realizar um pequeno experimento para estudar essa relação e estabelecer a lei da função.

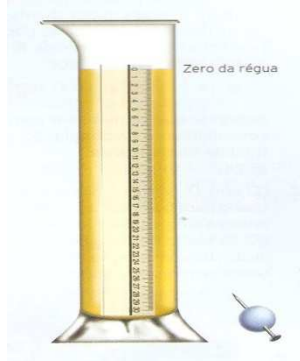
CONCEITOS MATEMÁTICOS ABORDADOS

Para este segundo experimento serão abordados os seguintes conteúdos matemáticos:

- Unidades de medidas;
- Razão e proporção;
- Equação do 1º grau;
- Sistema de equação;
- Sistema cartesiano;
- Esboço de gráficos;
- Função afim.

Para execução desse experimento, precisaremos dos seguintes materiais:

Figura 41 – Proveta para o experimento



Fonte: www.fisnet.com.br (2013)

- proveta de 40 cm;
- régua;
- cronômetro;
- esfera plástica;
- prego;
- óleo de cozinha;
- ímã;
- papel milimetrado.

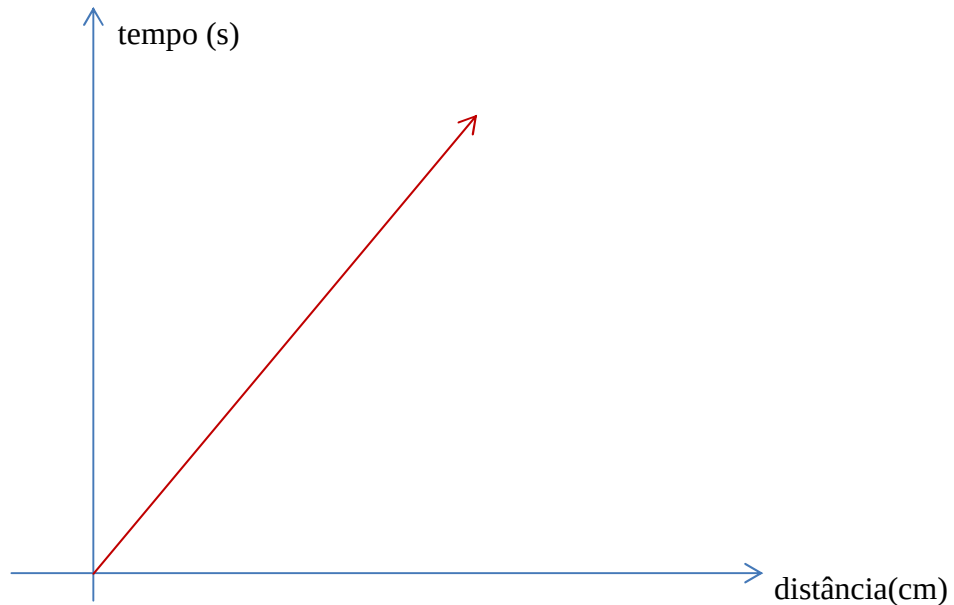
Passo a passo para a execução do experimento:

- I. Perfure a esfera plástica com o prego;
- II. Fixe a régua na proveta com a fita adesiva, conforme a figura;
- III. Encha a proveta com o óleo;
- IV. Solte a esfera com o prego na proveta e marque o tempo necessário para ela percorrer 10 cm. Anote o resultado na tabela;
- V. Encoste o ímã na proveta e leve a esfera até a superfície;
- VI. Refaça os itens 4 e 5 três vezes, anotando o tempo necessário para a esfera percorrer 15 cm, 20 cm e 30 cm;
- VII. Construa o gráfico, no papel milimetrado, com os pontos da tabela (Tabela 2).

Tabela 2 – Coleta de dados para construção do gráfico

DISTÂNCIA(cm)	TEMPO (s)
10	
15	
20	
30	

Fonte: Autor, 2014.

Figura 42 – Gráfico do tempo x distância

Fonte: Autor, 2014.

Análise dos resultados obtidos na tabela (Tabela 2):

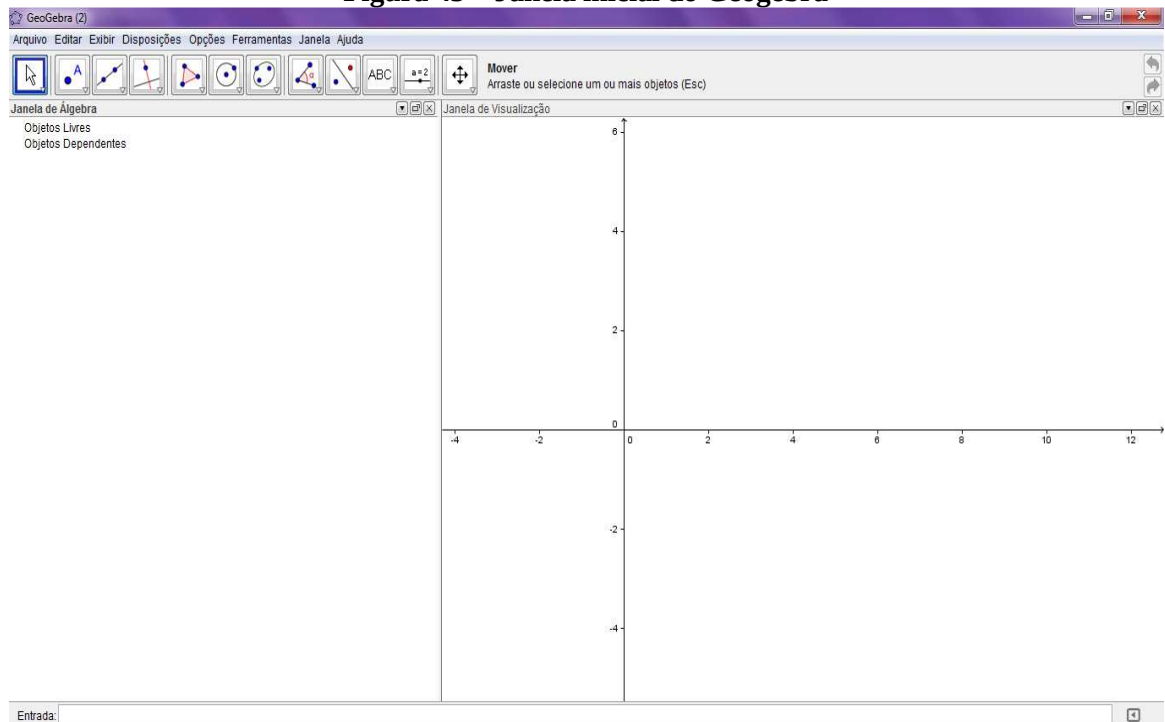
1. Com os valores obtidos na tabela, esboce a reta determinada por esses pontos;
2. Escolha dois pontos dessa reta e obtenha a função afim que relacione a distância percorrida, em centímetros, com o tempo gasto;
3. Utilizando a lei da função, determine o tempo aproximado para a esfera percorrer 1 m (100 cm) e 2 m (200 cm);
4. A velocidade da esfera, num determinado ponto, é dada pelo quociente : $v = d/t$ (cm/s). Calcule a velocidade da esfera em diferentes pontos da reta.

CONSTRUÇÃO DO EXPERIMENTO NO GEOGEBRA

ETAPAS PARA A EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO NO GEOGEBRA:

1. Abra a janela inicial do geogebra.

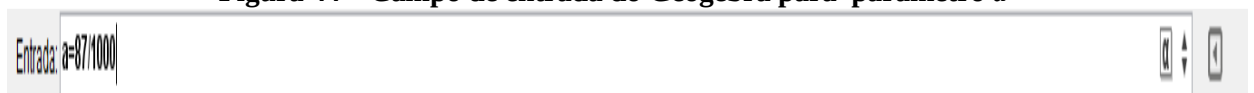
Figura 43 – Janela inicial do Geogebra



Fonte: Autor, 2014.

2. No Campo de Entrada, digite o parâmetro a que é o coeficiente angular da reta determinado no experimento.

Figura 44 – Campo de entrada do Geogebra para parâmetro a



Fonte: Autor, 2014.

3. Após ter digitado o parâmetro a , dê ENTER e ele aparecerá na janela de álgebra nos objetos livres.

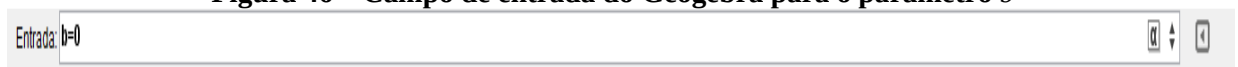
Figura 45 – Janela de álgebra para o objeto livre a



Fonte: Autor, 2014.

5. No Campo de Entrada, digite o parâmetro **b** que é o coeficiente linear da reta determinado no experimento.

Figura 46 – Campo de entrada do Geogebra para o parâmetro b



Fonte: [www. fisnet.com.br](http://www.fisnet.com.br) (2013)

6. Após ter digitado o parâmetro **b**, dê ENTER e ele aparecerá na janela de álgebra nos objetos livres.

Figura 47 - Janela de álgebra para os objetos livres a e b



Fonte: Autor, 2014.

7. No Campo de Entrada, digite a lei que representa a função afim colocando os parâmetros **a** e **b** das etapas 2 e 4;

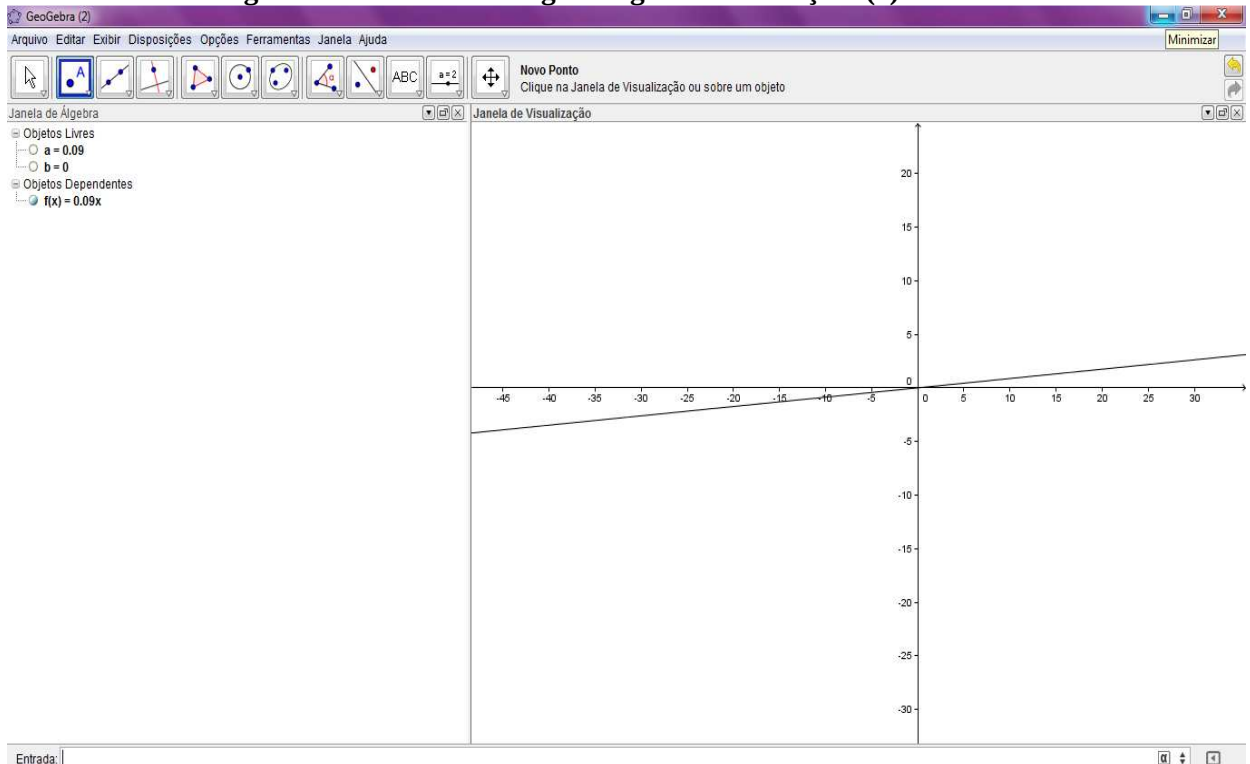
Figura 48 – Campo de entrada do Geogebra para a função $f(x) = ax + b$



Fonte: Autor, 2014.

8. Após ter digitado a função afim, dê ENTER e ela aparecerá na janela de álgebra nos objetos dependentes e também o gráfico ao lado determinado por esta função.

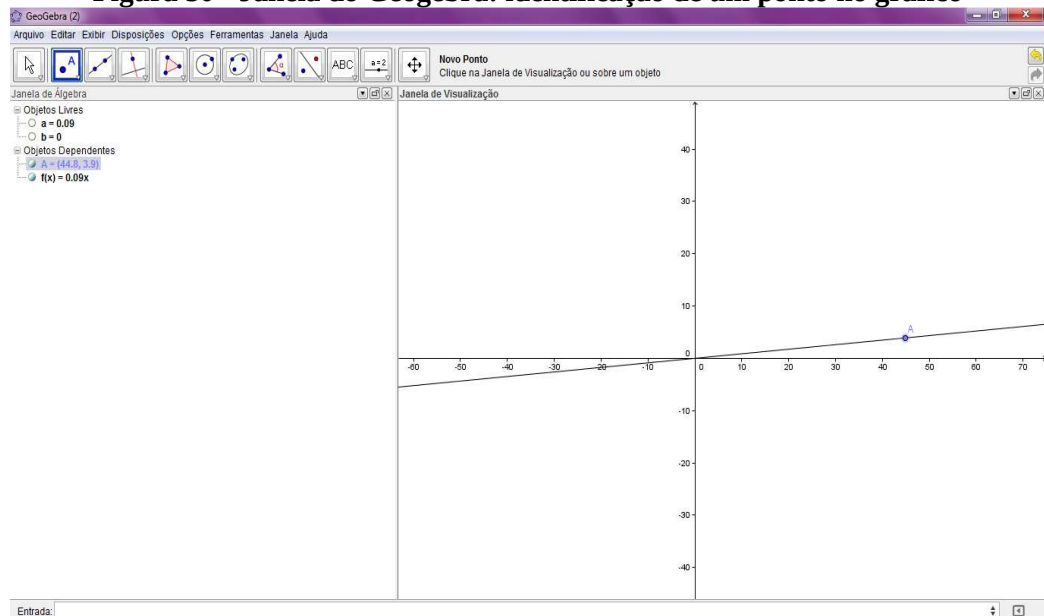
Figura 49 - Janela do Geogebra: gráfico da função $f(x) = ax + b$



Fonte: Autor, 2014.

9. Verifique se o gráfico obtido é o mesmo do experimento prático esboçado no papel milimetrado.
10. Clique com o mouse na janela  e em seguida sobre a reta obtida no geogebra. As coordenadas dos pontos sobre a reta aparecerão na janela de álgebra nos objetos dependentes.

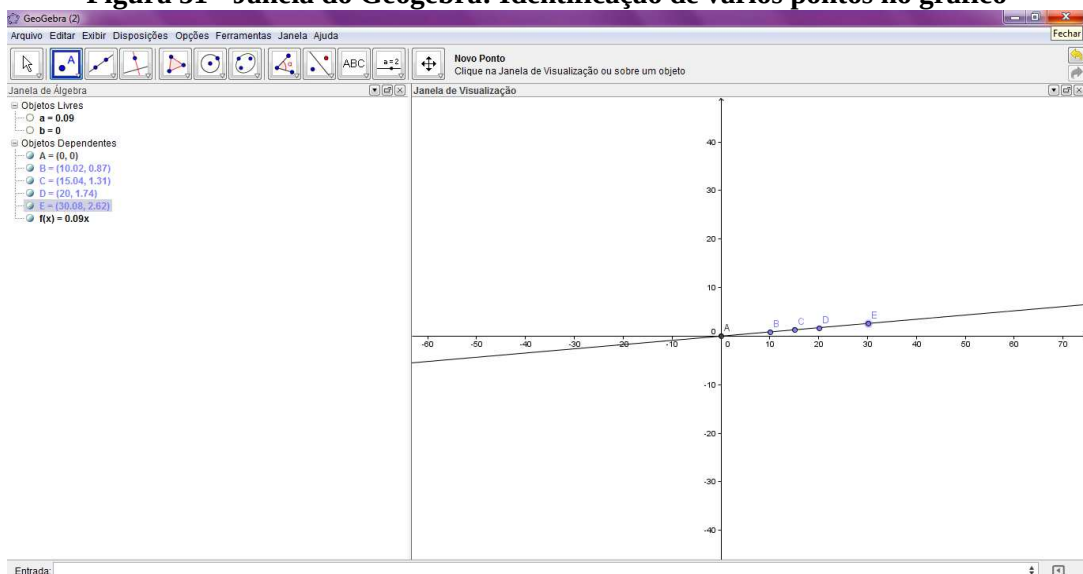
Figura 50 - Janela do Geogebra: identificação de um ponto no gráfico



Fonte: Autor, 2014.

11. Clique e arraste o mouse sobre a reta e verifique se os pontos obtidos no experimento realmente estão sobre a reta no geogebra. Todos os pontos aparecerão na janela de álgebra nos objetos dependentes.

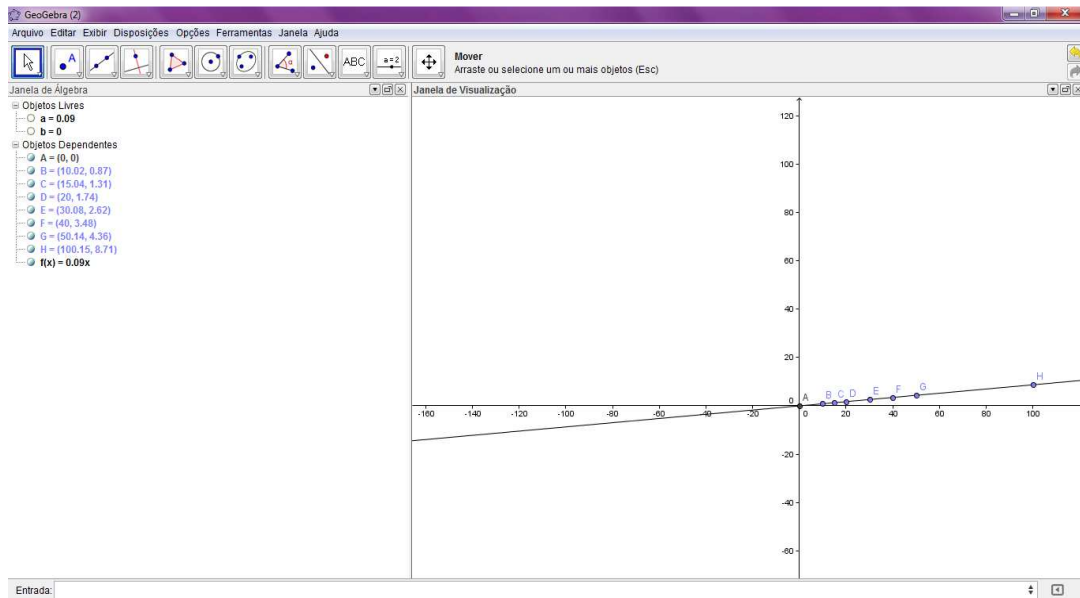
Figura 51 - Janela do Geogebra: Identificação de vários pontos no gráfico



Fonte: Autor, 2014.

12. Clique e arraste o mouse sobre a reta e determine outros pontos para valores diferentes de x . Por exemplo: para $x = 40$ cm, $x = 50$ cm e $x = 100$ cm.

Figura 52 - Janela do Geogebra: identificação dos pontos da tabela 2 no gráfico



Fonte: Autor, 2014.

13. Faça uma análise do gráfico obtido no geogebra através da função afim.