

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FÍSICA GLEB WATAGHIN
CURSO DE FÍSICA**

RELATÓRIO FINAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Experimentação para o Ensino de Física

F 690 – Iniciação Científica II
Professor Coordenador: Prof. Dr. José Joaquín Lunazzi
Professor Orientador: Prof. Dr. Fernando Paixão
Discente: Ricardo Yaguti - 094406

2º semestre de 2012

Sumário

1. RESUMO.....	3
2. INTRODUÇÃO.....	3
3. OBJETIVOS.....	3
4. METODOLOGIA.....	4
5. RESULTADOS ATINGIDOS.....	5
5.1. Velocidade Média.....	5
5.1.a. Data e especificações.....	5
5.1.b. Introdução e Objetivos.....	5
5.1.c. Materiais.....	5
5.1.d. Metodologia Experimental.....	5
5.1.e. Resultados Obtidos.....	6
5.1.f. Conclusão.....	7
5.1.g. Comentários.....	8
5.2. Velocidade média 2.....	9
5.1.a. Data e especificações.....	9
5.1.b. Introdução e Objetivos.....	9
5.1.c. Materiais.....	9
5.1.d. Metodologia Experimental.....	9
5.1.e. Resultados Obtidos.....	9
5.1.f. Conclusão.....	11
5.1.g. Comentários.....	11
6. DIFICULDADES ENCONTRADAS.....	11
7. PESQUISA REALIZADA.....	12
8. DECLARAÇÃO DO ORIENTADOR.....	12
9. REFERÊNCIAS.....	12
10. HORÁRIO PARA APRESENTAÇÃO DE PAINEL.....	14

1. RESUMO

O trabalho consiste na manipulação e execução de experimentos em sala de aula como método didático, a fim de determinar a eficiência de um trabalho docente de teoria e prática em paralelo. Os experimentos selecionados são de fácil execução e entendimento, tendo baixo custo, podendo assim, ser aplicado em diversas condições. Nesse trabalho são apresentados dois experimentos distintos sobre Velocidade Média, tendo mesmo método de análise de dados, o suficiente para que os alunos possam refletir sobre as relações entre uma função, uma tabela e um gráfico.

Tendo como base o conteúdo a ser trabalho em aula, desenvolveu-se uma linha de pesquisa e adaptações para a montagem de um experimento que possa ser inserido em sala dentro das condições que a aula proporciona. A execução dos experimentos é orientada pelo professor aplicador, visto que para obter resultados significativos que se aproximem da teoria, a experiência deve ocorrer com certos cuidados e precisões.

Por final, foi observado o desenvolvimento intelectual dos alunos, que passaram a utilizar termos linguísticos da comunidade científica, mostrando facilidade em analisar gráficos e concretização dos fenômenos físicos envolvidos.

2. INTRODUÇÃO

Tratando-se de aprendizagem, é imprescindível mencionar que o conhecimento é construído pelo próprio indivíduo mediado por um professor encorajador, ou seja, que tenha a capacidade de desafiar e conduzir os alunos colocando-os em posição de reflexão. Dessa forma, conceitos e definições desenvolvidos pelos próprios alunos entram em um processo de aprimoramento, ou seja, o desenvolvimento intelectual gera uma substituição e *equilibração* (termo utilizado por Piaget que consiste na coordenação e internalização das ações de um indivíduo sobre os objetos do mundo) dos esquemas cognitivos do aluno [1].

Portanto, cabe ao professor de física desenvolver métodos didáticos eficazes, capazes de fazer seus alunos construir conhecimento sobre os fenômenos da Natureza. O uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física, é apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar física [2,3].

3. OBJETIVOS

A experimentação tem como objetivo ensinar física por meio de atividades experimentais que ilustrem conteúdos curriculares escolares, assim como o formalismo que essa linguagem carrega. Para isso, é preciso projetar os alunos para a condição de pesquisador, dando-lhes a oportunidade de refletirem sobre os fenômenos vistos durante as aulas. Dessa forma, constroem métodos didáticos

para solucionar problemas específicos que se encaixam em diversos casos do cotidiano, e principalmente, praticam a linguagem formal de modo objetivo, onde ativam o raciocínio lógico e a particularidade com a matematização da Natureza.

4. METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido no Instituto de Física Gleb Wataghin (IFGW), no curso de graduação em Física (Licenciatura) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Os experimentos foram realizados na E.E. Aníbal Freitas, localizada em Campinas, através do Programa Institucional de Bolsa a Iniciação a Docência (PIBID). O programa concede bolsas a alunos de licenciatura participantes de projetos de iniciação à docência desenvolvida por Instituições de Educação Superior (IES) em parceria com escolas de educação básica da rede pública de ensino [7].

Na escola onde foram realizadas as aulas com experimentação, foi disponibilizada uma sala de laboratório, o que facilita a aplicação do trabalho. Mesmo com o uso dos materiais disponíveis na sala, a intenção é tornar o experimento possível de ser realizado em Laboratórios Não Estruturados (LNE).

Cabe ao professor aplicador, receitar os métodos corretos e mais eficientes de montagem e execução das experiências, somente ele é capaz de orientar os alunos para que eles não cometam nenhum erro durante a prática, assim como inserir o modelo teórico conjuntamente com a análise dos resultados obtidos pelos alunos.

Dividir os alunos em grupos também é uma ótima estratégia, de modo que participam mais ativamente das atividades, além dedicarem mais atenção ao grupo, onde constroem o conhecimento de forma mais íntegra e certa, sempre orientada pelo professor. Também é possível colher mais medidas, observações e opiniões diversas, que com a prática discursiva distinta, podemos socializar os estudantes em uma comunidade específica do conhecimento. Os grupos desenvolvem por si só, soluções para imprevistos, sabendo que divididos dessa forma aprendem muito mais que só assistindo um professor passando conteúdos e deduções na lousa [1].

Como forma de interatividade, foi dado tarefas para cada integrante dos grupos, como o montador, executante, anotador, calculador, entre outros, fazendo com que cada um realize uma tarefa específica para o desenvolver completo da experiência.

Dentro dos resultados observados, os relatos sobre os experimentos aplicados em sala de aula serão detalhados nos seguintes tópicos:

- a. Data do dia da execução da experiência, como a quantidade de alunos e suas especificações.
- b. Introdução e objetivos
- c. Materiais utilizados.
- d. Metodologia experimental e precauções.
- e. Resultados atingidos.
- f. Conclusão.

g. Comentários.

5. RESULTADOS ATINGIDOS

Analisando a experiência aplicada por completo, foi possível relatá-la detalhadamente expondo todos os passos realizados pela turma. Os subtópicos estão divididos por atividades realizadas nas determinadas datas. Lembrando que os resultados podem variar com o tipo de escola, região e até época do ano, além da qualidade e quantidade de alunos, pois cada entidade e suas vertentes já possuem uma identidade cultural no que diz respeito ao aprendizado. Ou seja, uma escola de periferia não possui as mesmas características de uma escola de centro da cidade, a região e as culturas que as circundam são totalmente diferentes.

A seguir, os relatos das observações e atividades divididas em tópicos.

5.1. Velocidade Média

5.1.a. Data e especificações

Data: 10/09/2012 (Segunda-feira). Turma: Projeto PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência), onde se fizeram presentes nove alunos de 9º, 1º e 2º anos da Escola Estadual Aníbal Freitas localizado em Campinas – SP em horário extraclasse. A aula teve duração de duas horas.

5.1.b. Introdução e Objetivos

Um dos conteúdos tratados no currículo escolar de ensino médio é o conceito de movimento, portanto, estudar a relação entre espaço e tempo é essencial para a formação do aluno. O objetivo dessa experiência é determinar a velocidade média da queda de uma gota de cola imersa na água, deduzir a função temporal do espaço e desenhar o gráfico que representa tal movimento. Além disso, possibilitar a homogeneização da linguagem e didática da aula, pois os alunos não pertencem a mesma série.

5.1.c. Materiais

- Régua
- Água
- Cola
- Cronômetro (serve cronômetro de celular)
- Proveta graduada ou garrafa Pet transparente
- Calculadora opcional

5.1.d. Metodologia Experimental

Para determinarmos a velocidade média da queda da gota de cola na água, averiguamos juntos os melhores métodos para realizarmos as medidas. Concluímos que $\Delta S = 10$ cm de intervalo vertical na proveta graduada seria uma

boa escolha (esse material pode ser trocado por uma garrafa Pet, porém, a determinação do ΔS deve ser mais sigilosa, assim como a medida da variação do tempo, pois a curvatura da garrafa pode criar imagens distorcidas da gota em movimento).

Dividiu-se a turma em grupos de três integrantes, onde foi mais fácil trabalhar com eles. Foi dado um cargo para cada membro da equipe, um especializava-se a lançar as gotas sempre do mesmo tamanho, outro em determinar o tempo necessário para a gota atravessar os 10 cm com cada vez mais precisão, e outro anotava os resultados, comparando-os com a própria média. Os grupos colheram de sete a vinte medidas que variavam entre 2,35 s e 2,69 s. Um grupo com mais facilidade de manuseio dos materiais conseguiu algumas medidas com intervalos de espaços diferentes, como 5 cm e 15 cm que serviram como mais dados para análise.

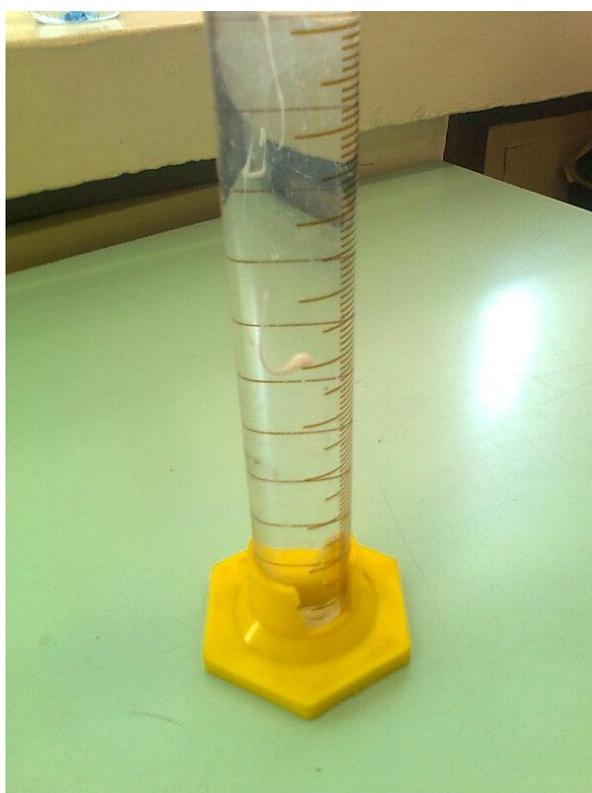


Figura 1: Gota de cola em queda na água dentro da proveta graduada

Antes de realizarem medidas, treinaram o lançamento das gotas e confiaram apenas nas medidas que não fugiram da média, pois como a cola não é um material rígido, sofre deformações ao longo da trajetória. Os limites da posição S foram determinados pelas próprias marcações do tubo, facilitando as medidas; caso fosse utilizada uma garrafa pet, as marcações deveriam ser feitas com canetinha ou alguma fita colante. Todos os grupos conseguiram colher medidas confiáveis, calcularam a média e passaram ao professor.

5.1.e. Resultados Obtidos

Os alunos não montaram uma tabela de ΔS por Δt , pois o intervalo espacial já havia sido pré-determinado. Portanto, tinham diversos intervalos de tempo para um $\Delta S = 10$ cm, e a partir da média dos tempos, obtivemos um valor aproximado de $V_m = 4$ cm/s, o resultado obtido foi discutido e concordado que seria confiável. Sob as próprias observações e analisando novamente os diversos valores de intervalos de tempo, a turma sentiu-se satisfeita com a velocidade determinada.

Logo após, começaram as análises teóricas do fenômeno e dos resultados. O professor perguntou coisas do tipo: Por que fizemos em água e não ao ar livre? Por que usamos cola? Por que determinamos o ΔS antes de tudo? Por que sempre o mesmo integrante do grupo deveria cumprir a mesma função? Onde este movimento se encaixa nas funções de 1º grau que estão aprendendo em matemática?

Exceto a última pergunta que o próprio professor viria a responder, os alunos responderam as demais sem muito esforço. A fim de inserir o formalismo nas explicações, o professor deduziu a função horária do espaço do seguinte modo:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{s - s_0}{t - t_0} \quad (1)$$

quando $t_0 = 0$

teremos :

$$v_m = \frac{s - s_0}{t} \quad \text{como}$$

$$v_m = v = \text{constante} \neq 0$$

$$v \cdot t = s - s_0$$

$$s = v \cdot t + s_0 \quad (2)$$

Figura 2 [5]: Imagem da dedução da equação horária do espaço

Desse modo, a partir da equação (2), os alunos determinaram a equação horária do movimento da queda da gota de cola em água, $S(t) = 4 \cdot t$ em cm/s, pois $S_0 = 0$. A partir dessa função, foi pedido para que desenhassem o gráfico correspondente. Para analisar esses resultados, foi demonstrado que o coeficiente angular da reta é numericamente igual à velocidade do corpo analisado, importante citar que não foi mencionado o conceito de tangente, pois parte dos alunos ainda não havia estudado trigonometria.

5.1.f. Conclusão

Os alunos determinaram experimentalmente a velocidade e a equação horária do espaço de uma gota de cola em queda livre imersa na água. Com o auxílio do professor, souberam traçar os caminhos certos dos raciocínios,

cálculos e cuidados na execução da experiência. Não houve discrepâncias entre os valores dos grupos, portanto, o experimento é válido e pode ser realizado sem problemas, seria importante realizar as medidas com diferentes valores de ΔS , a fim de deixar mais claro que a velocidade média não varia drasticamente se estipularmos outros intervalos de espaço.

5.1.g. Comentários

A experiência obteve resultados positivos, pois posteriormente, quando parte dos alunos vierem a estudar o Movimento Uniforme, terão uma visão mais concreta desse fenômeno. Fiquei impressionado com a motivação dos alunos para realizar a experiência, tiveram a oportunidade de estudar um fenômeno básico e comum do dia-a-dia, além de aprenderem a simbolizá-lo.

Com essa atividade experimental e toda a análise formal exposta em lousa, foi possível fazer com que os alunos refletissem sobre a descrição de um movimento uniforme através de um gráfico. Tendo construído esse formalismo, eles terão mais facilidade para entender como uma função linear se comporta, assim como o que ela pode transmitir.

Utilizando a propagação de erros [8], calculamos a incerteza da velocidade do nosso objeto de estudo, a gota de cola.

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

$$s_V = \pm \left[\left(\frac{\partial V}{\partial a} \right)^2 \cdot s_a^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial b} \right)^2 \cdot s_b^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial c} \right)^2 \cdot s_c^2 + \dots \left(\frac{\partial V}{\partial k} \right)^2 \cdot s_k^2 \right]^{1/2} \quad (4)$$

$$s_V = \pm \sqrt{\frac{s_a^2}{b^2} + \frac{a^2}{b^4} s_b^2} \Rightarrow \frac{s_V}{V} = \pm \sqrt{\frac{s_a^2}{a^2} + \frac{s_b^2}{b^2}} \quad (5)$$

Onde s é o desvio padrão, s_V é a incerteza da velocidade e s_a e s_b as incertezas do espaço e do tempo, respectivamente.

Utilizando $S_a = \pm 0,05$ cm (incerteza da régua) e $S_b = \pm 0,13$ s [desvio padrão calculado em (3)] obtivemos $\Delta v = 0,2$ cm/s pela equação (5). Para os alunos, é totalmente dispensável apresentar essa parte da análise, mas é possível afirmar que os valores e medidas são confiáveis. Seguindo os valores exatos coletados na experiência, obtivemos $V = (3,9 \pm 0,2)$ cm/s, o erro na velocidade não foi tão alto, mesmo sem haver grande quantidade de medidas de intervalos de tempo. Entretanto, é possível confiar nesse método experimental.

No que diz respeito às Atividades Qualitativas e Quantitativas descritas no artigo de Mauro [2], a experiência descrita denominada Velocidade Média possuiu um bom equilíbrio entre essas duas categorias, isto é, de modo introdutório e reflexivo foi analisado fenômenos naturais e esquematizados sobre Movimento Uniforme, assim com os conceitos e definições que esse tema carrega (atividade qualitativa). Por outro lado, foi abordado o formalismo necessário para construir procedimentos que deveriam ser adotados nas

medições, no uso adequado dos instrumentos de medida, bem como permitir uma melhor concretização dos conceitos abordados.

5.2. Velocidade média 2

5.1.a. Data e especificações

Data: 17/09/2012 (Segunda-feira). Turma: Projeto PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência), onde se fizeram presentes seis alunos de 9º e 1º da Escola Estadual Aníbal Freitas localizado em Campinas – SP em horário extraclasse. A aula teve duração de duas horas.

5.1.b. Introdução e Objetivos

Esse experimento trata-se do mesmo assunto que anterior aqui relatado, porém, apresentando outra maneira de observar um movimento de mesma característica. Ambos serão analisados com o mesmo raciocínio, a fim de mostrar aos alunos que esse domínio dos métodos matemáticos é genérico para casos parecidos ao estudado no experimento. O objetivo dessa atividade é determinar a velocidade média do caminhar de uma pessoa.

5.1.c. Materiais

- Trena opcional
- Calculadora opcional
- Cronômetro (serve cronômetro de celular)

5.1.d. Metodologia Experimental

Para podermos determinar a velocidade de uma pessoa andando, precisamos saber o comprimento da distância que ela percorre durante certo intervalo de tempo. A trena foi dita como opcional, pois o experimento foi realizado sem o uso dessa ferramenta. Para determinar o intervalo do espaço foi utilizada uma aluna como “instrumento de medida”, de modo que sabia exatamente sua altura. Ela deitou-se no chão da sala em uma região onde havia espaço suficiente para os alunos caminharem e dali por diante, sua altura que foi marcada no chão indicaria $\Delta S = 1,7$ m. Em seguida, alguns alunos caminharam normalmente ao longo desse intervalo, sempre partindo de um ponto antes de $S = 0$ m, pois se iniciassem seus movimentos da origem, suas acelerações interfeririam significativamente nos resultados, enquanto outros cronometravam o tempo necessário para eles atravessarem o intervalo. Foram colhidos diversos valores de Δt para diferentes estudantes que passaram no percurso demarcado. Por final, foi calculada a velocidade média com que cada aluno andou naquele intervalo de espaço, assim como sua análise qualitativa e quantitativa.

5.1.e. Resultados Obtidos

Os alunos que não participavam como materiais de pesquisa cronometraram e tabelaram os valores para Δt . A tabela seguinte indica os valores obtidos.

Tabela 1: Intervalo de tempo Δt para $\Delta S = 1,70$ m [10]

Δt_1 (s)	Δt_2 (s)	Δt_3 (s)
1,32	1,33	1,77
1,09	1,54	1,51
1,12	1,29	1,55
1,20	1,30	1,75
1,18	1,22	1,63
1,09	1,23	1,69
1,26	1,27	1,58

Calculando a média dos intervalos de tempo temos $\Delta t_1 = 1,18$ s, $\Delta t_2 = 1,31$, $\Delta t_3 = 1,64$ s, com esses valores foram calculados as respectivas velocidades médias dos alunos $V_{m1} = 1,44$ m/s, $V_{m2} = 1,30$ m/s e $V_{m3} = 1,03$ m/s. A partir desses dados, foram determinadas as equações horárias do espaço para os três casos e em seguida, desenhado no mesmo gráfico representado pela Figura 2, as três retas correspondentes aos três alunos.

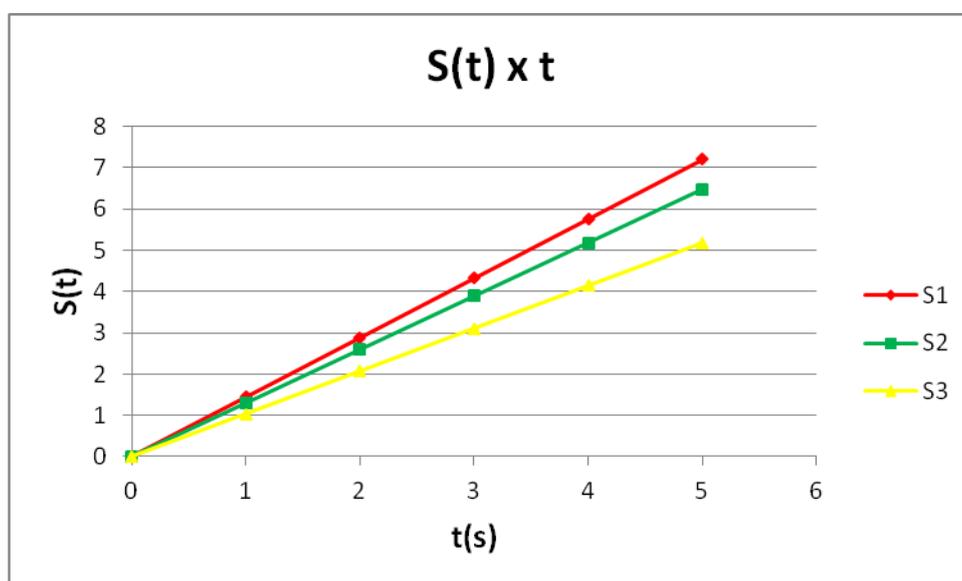


Figura 2: Retas correspondentes aos movimentos dos alunos. [11]

As equações horárias determinadas nesse experimento foram:

$$S_1(t) = 1,44t$$

$$S_2(t) = 1,30t$$

$$S_3(t) = 1,03t$$

A reta com maior inclinação (vermelha) indicaria maior velocidade, conseqüentemente, a reta com menor inclinação (amarela) representou o movimento mais devagar.

5.1.f. Conclusão

No gráfico ficou claro que os alunos não caminham com a mesma velocidade, até mesmo antes do movimento ser representado desta forma, eles já notaram essa diferença, porém, o gráfico tornou o experimento mais demonstrativo e com mais facilidade de reflexão. Os dados e o gráfico condizem com os movimentos observados durante a atividade, dessa forma, a conclusão apresentada aos alunos possuía base teórica e prática comprovada com o auxílio de uma análise quantitativa, o que fez com que os alunos desenvolvessem uma visão mais concreta desse fenômeno.

5.1.g. Comentários

O principal impasse desse método experimental foi a utilização da aluna para demarcar o trajeto a ser percorrido visto que se levamos a rigor a definição de que a precisão de um equipamento pode ser tomada como a metade da menor medida [9], nosso instrumento (aluna) de 1,70 m teria uma imprecisão de 0,85 m, pois nesse caso, a única medida é a própria altura dela, ou seja, a imprecisão deve ser a metade desse comprimento. Para verificar a interferência desse método é necessário calcular o erro significativo que esse método causou no resultado final.

Utilizando $S_a = 0,85$ m como a incerteza de ΔS e $S_{b_1} = 0,09$ s, $S_{b_2} = 0,10$ e $S_{b_3} = 0,11$ s os desvios padrões dos tempos calculados pela equação (3) dos respectivos alunos, a incertezas das velocidades resultariam, através da propagação de erros, em $\Delta V_{m_1} = 0,73$ m/s, $\Delta V_{m_2} = 0,66$ m/s, $\Delta V_{m_3} = 0,52$ m/s. Se o experimento fosse realizado com uma trena para demarcar o intervalo de espaço ΔS , certamente a precisão das velocidades seria muito melhor. Entretanto, desconsiderando esse formalismo sobre erros e medidas, o experimento é válido, fácil de ser realizado e possui uma boa reflexão por parte dos alunos, visto que eles já sabem de antemão quem caminha mais rápido através do senso comum, desenvolvido apenas através da visão.

6. DIFICULDADES ENCONTRADAS

Não foi possível realizar o experimento sobre Aceleração Média, pois tive problemas com as aulas PIBID devido pouca adesão de alunos, por sorte já havia realizado outro experimento sobre Velocidade Média, porém, fornecendo outro conjunto de equipamentos.

É realmente complicado criar no aluno, uma visão ampla sobre a análise de um movimento uniforme, sempre é necessário relembrá-los que o coeficiente angular de uma equação horária do espaço é a velocidade do corpo. Para que os alunos tenham familiaridade com tabelas, gráficos e funções, eles devem treinar estes conceitos para fixar as relações entre essas representações. A atividade experimental não serve apenas como um método direto de ensino e aprendizagem, ela é um ótimo artifício para auxiliar e complementar alguns conceitos matemáticos.

Outro problema frequente foi a base matemática defasada que todos eles apresentaram, tais como métodos de multiplicação, divisão, potenciação e

radiciação, o que faz com que a aula não flua naturalmente, sempre foi preciso para o raciocínio imposto por algum problema ou análise para revisar conceitos e definições matemáticas. Tudo isso leva a crer que o ensino público possui uma baixa eficiência no que diz respeito à base matemática transmitida aos alunos das séries iniciais.

7. PESQUISA REALIZADA

Palavras-chave utilizadas: experimentação em sala de aula física, experiências de física, linguagem formal matemática, comunidade científica, velocidade média, propagação de erros, medidas, erro, comprimento.

8. DECLARAÇÃO DO ORIENTADOR

Meu orientador concorda com o expressado neste relatório parcial e deu a seguinte opinião:

“O experimentos realizado é muito curioso e válido. O que se percebe é que os alunos aprenderam a manusear alguns gráficos a partir desses experimentos. O propósito do projeto PIBID é auxiliar a didática escolar, e a ausência dos alunos me preocuparam, o que está acontecendo com essa geração que não se interessa pelos estudos? Realmente a base matemática dos alunos está muito precária, eles sentem dificuldades em uma simples regra de três e quando aprendem, pensam que ela é genérica.”

9. REFERÊNCIAS

- [1] Rosalind, D., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & P., S. (1993). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Research*, 23, 5-12.
- [2] Araújo, M. S., & Abib, M. L. (2003). Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25, 176-194.
- [3] Moraes, A. M. (2000). A avaliação conceitual de força e movimento. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 22, 232-246.
- [4] <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec05.htm>
Experimento sobre Movimento Uniformemente Variado
- [5] http://www.ciencia-cultura.com/pagina_fis/vestibular00/cinematicaEscalar/eq-MU00.gif
Imagem da dedução da equação horária do espaço

[6] <http://www.grupoa.com.br/site/revista-patio/artigo/7149/a-matematica-alem-dos-numeros.aspx>

Entrevista com Gérard Vergnaud, matemático, filósofo e psicólogo francês, diretor emérito de estudos do Centro Nacional de Pesquisas Científicas (CNRS), em Paris, sobre os aspectos práticos do ensino – a didática.

[7] <http://www.capes.gov.br/educacao-basica/capespibid>

Site da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior) sobre o PIBID (Programa Institucional de Bolsa a Iniciação a Docência).

[8] <http://www.fsc.ufsc.br/~canzian/erros-ifusp/appendice3.html>

Apêndice sobre propagação de erros.

[9] <http://www.ifi.unicamp.br/leb/F-1291s2010aps/Medidas%20de%20Comprimento.pdf>

Roteiro sobre medidas de comprimento, precisão e instrumentos de medida.

[10]

Preencher Tabela:

$\Delta t_1 (s)$	1,33	1,54	1,79	1,30	1,22	1,23	1,27	= 1,31
$\Delta t_2 (s)$	1,32	1,03	1,12	1,20	1,18	1,03	1,26	= 1,18
$\Delta t_n (s)$	1,77	1,51	1,55	1,75	1,63	1,63	1,53	= 1,64

Tabela escrita na lousa com os intervalos de tempo medidos pelos alunos.

[11]

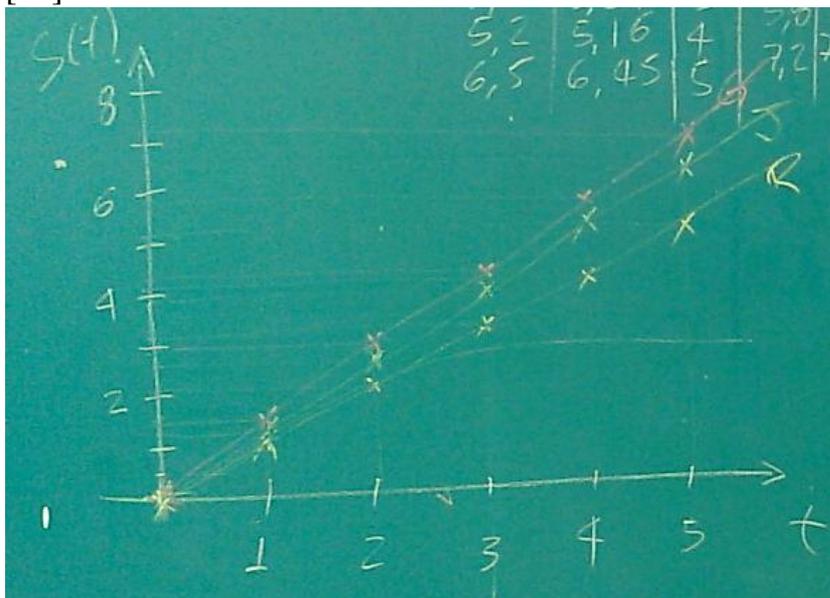


Gráfico desenhado na lousa para os três movimentos dos alunos.

10. HORÁRIO PARA APRESENTAÇÃO DE PAINEL

Terça-feira dia 13 de Novembro de 2012, das 16h-18h no horário da primeira turma.