

## **A IMPLEMENTAÇÃO DE EXPERIMENTOS DE FÍSICA PARA AUXILIAR NA COMPREENSÃO DE NOÇÕES BÁSICAS DE CÁLCULO**

**Dario Eberhardt** – [deberhardt@ucs.br](mailto:deberhardt@ucs.br)  
Universidade de Caxias do Sul, CENT  
Alameda João Dal Sasso, 800  
95700-000 – Bento Gonçalves – RS

**Roselice Parmegiani** – [rpchies@ucs.br](mailto:rpchies@ucs.br)  
Universidade de Caxias do Sul, CENT  
Alameda João Dal Sasso, 800  
95700-000 – Bento Gonçalves – RS

***Resumo:** Neste artigo busca-se analisar a importância da articulação entre as disciplinas de Cálculo e Física na formação do engenheiro. Neste sentido, descrevem-se dois experimentos de física que podem ser utilizados nas aulas de Cálculo, a fim de tornar mais concreto o ensino dos conceitos de derivada e integral. Os experimentos utilizam recursos simples e que, normalmente são encontrados nos laboratórios de Física das instituições de ensino superior. Viabilizar a inter-relação entre Física e Cálculo pode beneficiar professores e alunos no sentido de promover a troca de saberes entre as áreas e contribuir para a aquisição de sólidos conhecimentos.*

***Palavras-chave:** Engenharia, Ensino-aprendizagem, Interdisciplinaridade*

### **1. INTRODUÇÃO**

Não é novidade para a academia que as disciplinas de Cálculo, especialmente Cálculo I, nos cursos de engenharia, apresentam altas taxas de reprovação e são responsáveis por grande parte da evasão em tais cursos. Uma das causas mais apontadas para o fracasso dos estudantes é o insuficiente embasamento teórico, fruto da precária formação básica.

Para fazer frente a esta realidade, as Universidades empenham-se em promover oficinas e cursos de nivelamento nas mais diferentes modalidades. Porém, percebe-se que tais ações apresentam poucos resultados; parece que as tentativas para recuperar conteúdos e preencher lacunas não estão surtindo os efeitos esperados.

Alguns estudos, porém, apontam outros motivos para o insucesso em Cálculo. Rezende (2003) alerta que a disciplina fica isolada dentro do programa curricular e que os estudantes, em geral, não percebem as relações entre o aprendizado das ideias básicas do Cálculo com as demais disciplinas da grade. Na opinião do autor, muitos professores estão



mais preocupados com o treinamento sintático e algébrico do que com as redes de significado que a compreensão do Cálculo desencadeia.

Baruffi (1999) salienta que, para grande parte dos estudantes, o conhecimento matemático aprendido na escola secundária pouco ou nada tem a ver com os assuntos desenvolvidos em Cálculo. No ensino médio os conceitos são, muitas vezes, trabalhados isoladamente com uma linguagem lógico formal insatisfatoriamente estabelecida. A matemática permanece no âmbito da intuição com alguns aspectos voltados para o prazer da redescoberta; o conhecimento não é estabelecido de forma articulada e logicamente estruturada.

O caráter de análise, próprio das disciplinas de Cálculo, constitui-se em uma grande dificuldade para os graduandos já que as questões são normalmente apresentadas em um contexto formal, em que as ideias deixaram de ter o merecido destaque. A rede conceitual dos recém-egressos do nível médio não permite o estabelecimento de vínculos com uma teoria que busca, primordialmente, a articulação através da lógica interna (Baruffi, 1999).

Gonçalves (2012) destaca que o grau de dificuldade dos estudantes é tanto que muitos optam por memorizar os passos para a resolução dos exercícios na tentativa de buscar um método, o mais abrangente possível, de resolução. Esse comportamento justifica-se pela rotina escolar a que foram acostumados no ensino médio: decorar regras e resolver mecanicamente listas de exercícios. A falta de percepção da utilidade dos conteúdos estudados corrobora com tal situação e leva os alunos a questionarem, frequentemente, se tais assuntos serão úteis no seu dia-a-dia. Para Rezende (2003) a questão não é reduzir o nível de conceituação, mas diversificar as formas de apresentação dos conceitos para se conseguir um grau de significação mais apropriado para o Cálculo. Ávila (apud Rezende, 2003) opina que o cálculo rigorizado, desde o início, não é o melhor para o estudante. Por outro lado, a intuição e a visualização geométrica muito auxiliam no aprendizado. Para Reis (apud Rezende, 2003) o cálculo deve ser apresentado com um mínimo de formalismo, com apoio na intuição e nos problemas de física e geometria que o originaram.

Todos os aspectos pontuados levam à desmotivação dos estudantes, fato que também contribui para o fracasso nas disciplinas de Cálculo. Para evitar que os alunos se desestimulem, Frota (s.d.) sugere que as aulas sejam planejadas a partir de uma concepção investigativa. A proposição de tarefas desafiadoras constitui-se em estratégia para romper a inércia da sala de aula e incentivar nos estudantes à autonomia, o autocontrole e o desenvolvimento da competência de fazer e explicar matemática. Para que isso ocorra é preciso, segundo o autor, criar um novo ambiente de aprendizagem e que sejam revistos os papéis de cada um dos atores do processo. O professor também precisa ser um investigador sobre a própria prática e sobre questões diversas que se correlacionam ou não com essa prática.

## **2. A EXPERIMENTAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO**

As metodologias utilizadas para o ensino de ciências, matemática e as tecnologias apresentam características comuns visto que as ciências, em geral, pressupõem determinado rigor, ostentam sentido prático e mantém correspondência entre os fatos observáveis e suas formulações. Devido a isso, a necessidade de que sejam adotados métodos de aprendizagem ativos e iterativos é unanimidade entre os educadores. O processo de aquisição do



conhecimento das ciências, entretanto, é complexo e a escola tanto mais contribuirá com o seu sucesso na medida em que propiciar situações para que o aluno seja instigado e desafiado a solucionar problemas (BRASIL, 1999).

Na busca por diferentes formas de ensinar ciências e matemática surgem algumas alternativas realmente eficientes e que podem ser adotadas pelo professor em sala de aula, tanto no ensino básico como no superior. Um desses caminhos é a experimentação já que auxilia no entendimento de fenômenos e possibilita ricas situações de investigação e aprendizagem. O experimento, quando bem pensado e conduzido, atua como coadjuvante no processo de ensino-aprendizagem, possibilita que o estudante estabeleça relações e aprenda de uma forma dinâmica e prazerosa.

Catelli (1999) ressalta que a evolução do aluno no ensino científico se deve às atividades, à comparação e análise de fenômenos, naturais ou não naturais, que devem ser investigados e descobertos. Giordan (1999) destaca que a experimentação cumpre a função de alimentadora do processo de significação do mundo, pois permite operar no plano da simulação da realidade. A simulação desencadeia um jogo entre os elementos e as relações, que precisam manter correspondências com seus análogos no plano do fenômeno. No âmbito das simulações podem ser formados ambientes que estimulem a criação de modelos mentais, que servem de sistemas intermediários entre o mundo e a representação. A experimentação assume o papel de estruturadora de uma realidade simulada que é a etapa intermediária entre o fenômeno e a representação que lhe foi conferida pelo sujeito.

Quando adequadamente apresentadas, as demonstrações experimentais proporcionam momentos de aprendizagem que dificilmente aparecem em aulas tradicionais. Vinculam-se à proposta de um referencial teórico que contempla o papel da interação social e dá importância à mediação simbólica que a demonstração experimental desencadeia. Entretanto, exige uma ação consciente e planejada do professor, principalmente no que tange ao domínio dos conteúdos (GASPAR & MONTEIRO, 2005).

*Para o aprendizado científico, matemático e tecnológico, a experimentação, seja ela de demonstração, seja de observação e manipulação de situações e equipamentos do cotidiano do aluno e até mesmo a laboratorial, propriamente dita, é distinta daquela conduzida para a descoberta científica e é particularmente importante quando permite ao estudante diferentes e concomitantes formas de percepção qualitativa e quantitativa, de manuseio, observação, confronto, dúvida e de construção conceitual. A experimentação permite ainda ao aluno a tomada de dados significativos, com as quais possa verificar ou propor hipóteses explicativas e, preferencialmente, fazer previsões sobre outras experiências não realizadas (BRASIL, 1999, p. 9).*

Com relação especificamente a matemática, a literatura traz expressivo número de experimentos que podem ser realizados em sala de aula a fim auxiliar o estudante a construir os seus saberes. Muitos desses experimentos têm na história da matemática sua fundamentação; outros provêm de problemas relevantes na atualidade. Invariavelmente as situações experimentais são interdisciplinares, fato que contribui para o estabelecimento de redes de relações entre as diversas áreas do conhecimento.

### 3. FÍSICA X CÁLCULO

A Física e a Matemática estão relacionadas profundamente desde a essência do conhecimento científico. Historicamente constata-se que problemas físicos motivaram a criação de objetos matemáticos e que conceitos abstratos foram e continuam sendo interpretados fisicamente. Porém, a Física e a Matemática percorrem caminhos isolados no que se refere ao contexto do ensino e os alunos raramente dão-se conta da relação frutífera entre as duas áreas do conhecimento. Uma análise dos assuntos ministrados em ambas as disciplinas permitem identificar uma gama de possibilidades que oportunizam categorizar as inter-relações (KARAM & PIETROCOLA, 2009).

No que diz respeito especificamente ao Cálculo, o mesmo foi descoberto a partir da investigação de problemas sobre movimentos em situações que necessitavam de esclarecimentos precisos sobre velocidade e aceleração. Assim sendo, o Cálculo, a partir da definição da derivada, surgiu para resolver problemas de Física (HUGHES-HALLET, 1997). Outro conceito fundamental de Cálculo, a integral definida, foi motivada por problemas de determinação de áreas de regiões curvas. Tanto as derivadas quanto as integrais passaram a ser utilizadas para resolver situações das mais diversas, na física ou em outras áreas. Algumas dessas situações referem-se a determinar valores máximos e mínimos de funções, encontrar o centro de massa ou momento de inércia de um sólido, calcular a área de região plana ou volume de sólidos, avaliar o trabalho realizado por uma força, dentre outras.

Uma breve análise dos livros de Cálculo revela que as situações da Física são apresentadas como aplicações do Cálculo. Todavia, o professor de Matemática, muitas vezes, não tem domínio de tais problemas e, por isso, opta por abordá-los de maneira superficial. Pietrocola (2002) observa que a relação da Matemática com a Física é sintomática e coloca-se como um quebra-cabeça de difícil solução. Os professores de Física, por sua vez, gostariam que os alunos tivessem domínio completo das ferramentas matemáticas e acreditam que eles não aprendem os conteúdos devido a insuficiente formação matemática.

*É inegável que a Matemática está hoje, mais do que nunca, alojada de forma definitiva no seio da Física. Isto fica claro quando nos voltamos para os produtos da sua atividade científica. Nos livros e artigos, vê-se que a Matemática enche a cena do discurso científico através de elementos como funções, equações, gráficos, vetores, tensores, inequações, geometrias, entre outros. Professores de todos os níveis não têm dúvidas de que sem conhecimentos em Matemática (e não se tratará de saberes simples à medida em que se aprofunda na área) não é possível exercer boa Física (PIETROCOLA, p. 90, 2002).*

Santarosa & Moreira (2011) atentam para o fato de que tanto o Cálculo I quanto a Física I ocorrem concomitantemente em grande parte dos cursos de Engenharia, realidade que tende a facilitar a interação entre as duas áreas. A “conversa” entre o Cálculo e a Física pode beneficiar o aluno no entendimento dos conceitos de ambas. Porém, o que se observa na prática é o desenvolvimento de Cálculo I e Física I de forma desarticulada e compartimentalizada. Algumas situações da Física até são abordadas superficialmente pelos professores de Cálculo, porém a título de aplicações, com a justificativa de que na disciplina de Física serão estudadas com maior profundidade. Da mesma forma, conceitos matemáticos

importantes do Cálculo são tratados de forma superficial pelos docentes de Física. Essa falta de sincronismo prejudica o aluno que não consegue estabelecer relações claras entre as duas áreas, confundindo-se, inclusive com as linguagens e notações utilizadas que, não raro, são diferenciadas (SANTAROSA & MOREIRA, 2011).

Com foco na história do surgimento do Cálculo e suas aplicações, pode-se dar sentido a alguns conceitos deste componente curricular a partir da exploração de situações-problema de Física. A Física é uma área em que a experimentação ocorre com bastante frequência dada a riqueza de aparatos experimentais que se constituem em importantes ferramentas para seu ensino. Este fato viabiliza a promoção de atividades integradas que venham ao encontro dos objetivos de ensino de Cálculo atuando também, como elemento motivador do processo de ensino-aprendizagem.

#### 4. EXPERIMENTOS DE FÍSICA NAS AULAS DE CÁLCULO

Buscando articular a Matemática à Física, a fim de dar mais sentido ao aprendizado de Cálculo, investigou-se algumas formas de abordar experimentalmente os conceitos de derivada e integral. A busca por experimentos teve como foco a história da matemática e as aplicações físicas inerentes aos conceitos de Cálculo.

A noção de velocidade e, em particular, a velocidade instantânea é difícil de definir precisamente e foi objeto de estudo de matemáticos e filósofos da antiguidade, que buscavam uma noção absoluta de velocidade em um instante de tempo. Na abordagem moderna, conforme destaca Hughes-Hallett et al. (1997), a velocidade é considerada ao longo de pequenos intervalos contendo o instante desejado. Assim sendo, “a velocidade instantânea de um objeto em um instante  $t$  é dada pelo limite da velocidade média, ao longo de um intervalo, quando esse intervalo se encolhe cada vez mais ao redor de  $t$ ” (Hughes-Hallett et al., 1997, p. 92). Então, tomando a função posição  $s = f(t)$  de uma partícula em movimento retilíneo, a derivada da função pode ser definida como:

$$f'(t) = v(t) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(t+h) - f(t)}{h} \quad (1)$$

Um experimento que pode ser utilizado na abordagem do movimento de uma partícula sujeita a uma aceleração constante é do movimento retilíneo uniformemente variado. Nesta experimentação, uma partícula varia sua velocidade uniformemente, isto é, fica sujeita a uma aceleração constante, permitindo, assim, investigações sobre a velocidade e a aceleração instantâneas da mesma. Com um trilho, um carrinho, um conjunto de massas em uma corda e com o auxílio de um sistema de aquisição de dados de uma roldana obtém-se, facilmente, a equação da posição em função do tempo (“Figura 1”).

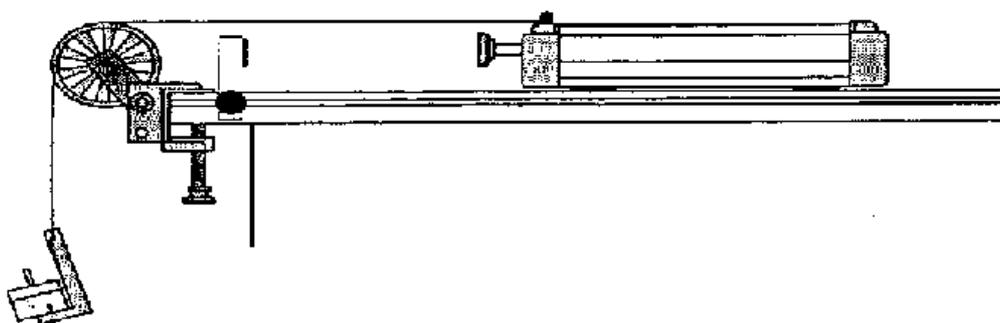


Figura 1- Montagem do experimento de MRUV com os equipamentos da PASCO.

A montagem do experimento pode ser feita pelos estudantes que, após a implementação, adquirem os dados do movimento no programa Science workshop, proposto pela PASCO. Os alunos observam os gráficos da posição da partícula em função do tempo, da velocidade em função do tempo e da aceleração em função do tempo (“Figura 2”).

Numa discussão com a classe a respeito da aceleração do movimento, são abordadas questões sobre a composição dos vetores, devido às forças que atuam em todo o sistema, e sobre as resultantes das forças que darão origem à aceleração do movimento. A aceleração é constante, semelhante à aceleração gravitacional.

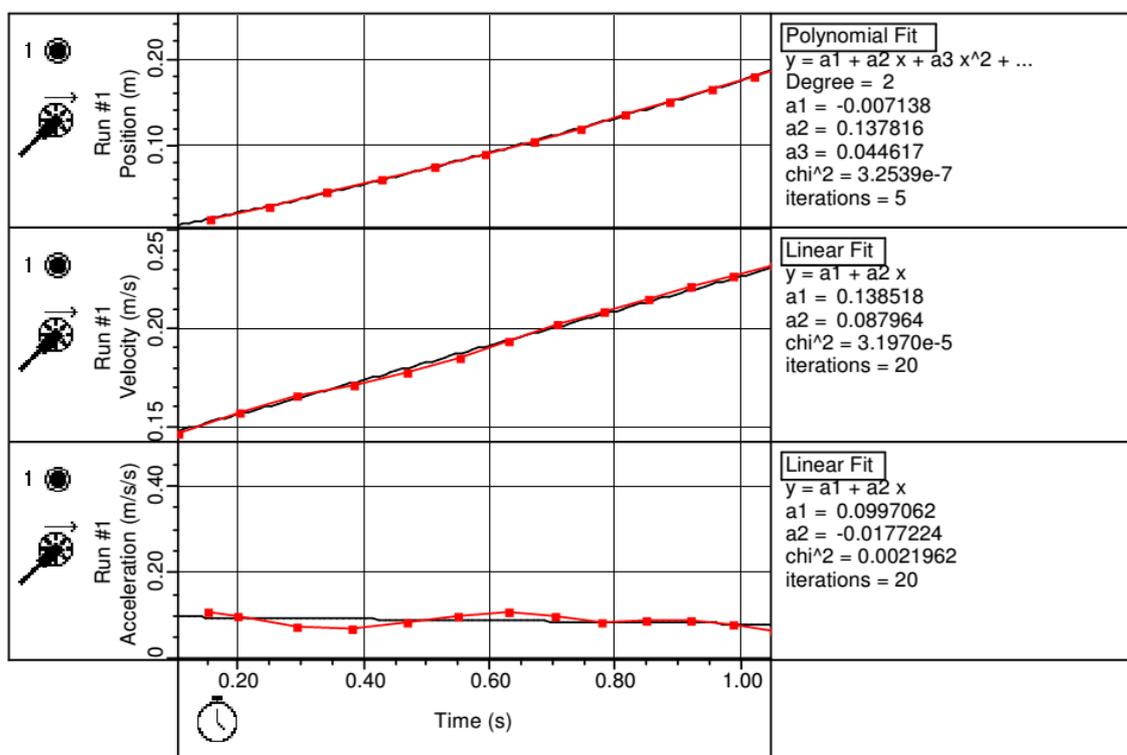


Figura 2- Dados coletados com a interface 500 da Pasco.

A partir da análise dos gráficos originais e daqueles ajustados pelo software, obtêm-se os polinômios de cada função, como pode ser observado na “Figura 2”. Pede-se ao aluno

derivar a equação da posição em função do tempo, obtendo assim a equação da reta do segundo gráfico, que é a velocidade instantânea em função do tempo. Após discussões sobre a velocidade instantânea, que pode ser observada nos velocímetros dos carros, uma segunda derivada é solicitada, assim fornecendo a aceleração instantânea deste movimento, que é o valor de “a1” apresentado no terceiro gráfico.

Um segundo experimento, que é apresentado em seguida, dá sentido à aprendizagem do cálculo integral. As integrais tiveram surgimento a partir do cálculo de áreas, mas com o passar do tempo, mostraram ter muitas outras aplicações. O interesse, neste estudo, é aplicar a integral definida no cálculo do trabalho.

Na física, se uma força constante ( $F$ ) desloca um objeto de uma certa distância ( $d$ ), então o trabalho ( $W$ ) realizado pela força é dado por:

$$W = F.d . \quad (2)$$

Porém, se a força não é necessariamente constante e movimenta uma partícula na direção do eixo  $x$ , de um ponto  $a$  até um ponto  $b$ , então o trabalho é encontrado fazendo-se:

$$\int_a^b F(x)dx . \quad (3)$$

Neste caso, o intervalo  $[a, b]$  é subdividido em pequenos intervalos tais que o trabalho possa ser aproximado em cada um deles. O trabalho total é encontrado a partir de uma Soma de Riemann dos valores obtidos em cada subintervalo. Fazendo o limite desta soma, obtém-se uma integral definida que fornece o trabalho total (HUGHES-HALLET et al, 1997).

O trabalho realizado por um força variável em um movimento retilíneo pode ser percebido na compressão ou distensão de uma mola. Segundo a lei de Hooke, a força aplicada sobre uma mola ou a força que uma mola aplica sobre um objeto é diretamente proporcional à deformação ocorrida na mola, isto é:

$$F(x) = kx \quad (4)$$

O experimento proposto para os alunos, que permite a obtenção de um gráfico da força em função do deslocamento (deformação da mola), utiliza um dinamômetro digital, sensores de força da PASCO, uma mola, massas e régua. A investigação consiste em montar um aparato massa-mola e verificar a deformação da mola a partir do uso de diferentes massas, bem como a força exercida pela mola que é dada pelos sensores. Os dados coletados são tabelados e um gráfico é construído (“Figura 3”). Com os dados coletados é possível obter o valor médio da constante elástica da mola ( $k$ ), ou mesmo obtê-lo através da declividade da reta construída.

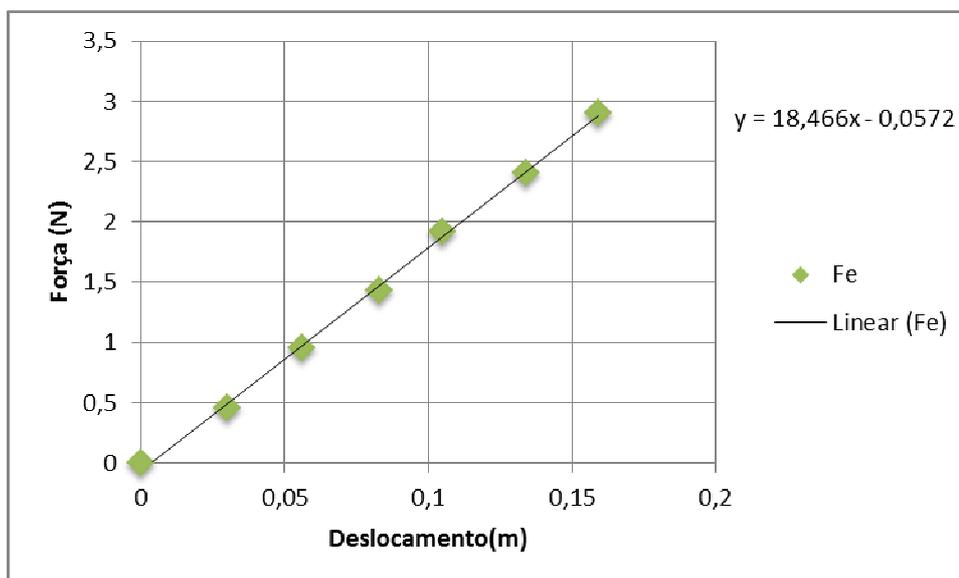


Figura 3 – Gráfico da força em função da deformação da mola.

Para encontrar o trabalho realizado para deformar a mola, é necessário multiplicar a força pelo deslocamento, mas como a força varia de acordo com o deslocamento, deve-se considerar um intervalo definido para certo deslocamento. Analisando-se a “Figura 3” percebe-se que o trabalho pode ser obtido pelo cálculo da área de um triângulo, que é a região entre a reta e o eixo X.

Utilizando o conceito de integral, somando os pequeninos intervalos de deslocamento, pode-se obter o trabalho executado pela mola que é igual a área do gráfico em análise.

$$W_{mola} = \int_0^x kx dx = \frac{1}{2} kx^2 \quad (5)$$

A “Figura 4” apresenta os alunos trabalhando e investigando os experimentos propostos neste artigo.

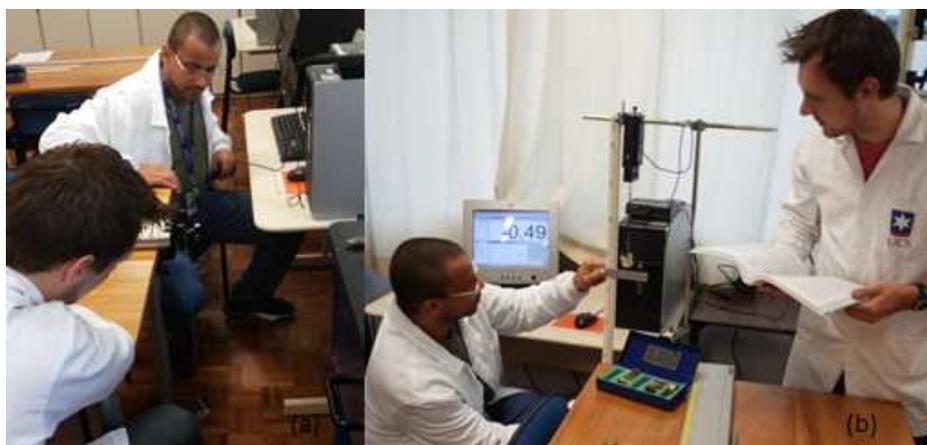


Figura 4 - (a) Análise do movimento do carrinho; (b) Experimento para identificar a lei de Hooke.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos estudantes não veem sentido nos conhecimentos adquiridos nas aulas de Cálculo por não conseguirem visualizar aplicações de tais conhecimentos em situações práticas e do cotidiano; por tal razão, desmotivam-se da aprendizagem. Os professores, por sua vez, empenham-se em utilizar diferentes estratégias de ensino para que os alunos conquistem melhores resultados e interessem-se pela disciplina.

A implementação de atividades experimentais nas aulas de Cálculo vem ao encontro dos anseios de alunos e professores contribuindo para a aprendizagem, promovendo a participação ativa dos alunos em situações que incitam discussões em pequenos ou grandes grupos, na estruturação de ideias e na elaboração de conceitos. A experimentação, por si só, é um componente que nutre o interesse dos estudantes; é uma experiência transformadora que contribui para a aquisição da aprendizagem na medida em que torna o ensino mais concreto.

Os laboratórios de Física das instituições de ensino superior que formam engenheiros normalmente são constituídos por uma quantidade significativa de equipamentos e recursos para o estudo de diversos tipos de fenômenos. São espaços adequados para a experimentação e para o trabalho em pequenos grupos. É possível utilizar estes espaços para a realização de experimentos nas aulas de Cálculo ou, até mesmo, deslocar os equipamentos para as salas de aula comuns no intuito de colocar em prática o experimento.

Porém, para que ocorram atividades integradas entre Cálculo e Física é necessária a troca de saberes entre os professores das áreas. Essa interação entre as áreas e os docentes é benéfica, pois alarga os limites das disciplinas promovendo interdisciplinaridade e articula os conhecimentos de forma a torná-los mais compreensíveis aos estudantes. É fato que os docentes de Cálculo, na sua grande maioria, têm conhecimentos vagos sobre as ideias da Física e sobre como se articulam os conhecimentos das duas áreas. Por outro lado, os professores de Física, sabem da importância das ideias do Cálculo para a compreensão dos fenômenos, mas muitas vezes tratam o Cálculo como uma simples ferramenta. É preciso haver compreensão de que Física e Cálculo se entrelaçam e se complementam.

Sabe-se, todavia, da dificuldade em organizar espaços de intercâmbio entre os docentes, visto que muitos são horistas nas instituições particulares. Deve haver um esforço dos gestores dos cursos e das instituições no sentido de buscar formas de aproximar os professores e os campos de ensino em benefício do processo de ensino-aprendizagem como um todo.

Na convicção de que Cálculo e Física podem se beneficiar sobremaneira de situações interdisciplinares em seus âmbitos de atuação nos cursos de Engenharia, torna-se urgente promover a integração dos conhecimentos e dos professores, na busca de caminhos para mesclar as ideias e as linguagens. Um próximo estudo nesta perspectiva de trabalho consiste em investigar as aprendizagens em Cálculo e Física a fim de averiguar e mensurar a validade da proposta.

## 6. REFERÊNCIAS / CITAÇÕES

BARUFFI, M. C. B. **A construção/negociação de significados no curso universitário inicial de Cálculo Diferencial e Integral**. São Paulo: USP, 1999. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, USP, 1999. Disponível em:



<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48133/tde-06022004-105356/pt-br.php>>  
Acesso em 04 abr. 2014.

BRASIL Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

CATELLI, F. **O alvorecer da medida**: uma gênese virtual, Caxias do Sul: EDUCS, 1999.

FROTA, M. C. R. **Investigações na sala de aula de cálculo**. [s.d.]. Disponível em  
<[http://www.ufrrj.br/emanped/paginas/conteudo\\_producoes/docs\\_29/investigacao.pdf](http://www.ufrrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_29/investigacao.pdf)>  
Acesso em 04 abr. 2014.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. de C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em ensino de ciências**, v.10(2), 2005. Disponível em  
<[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID130/v10\\_n2\\_a2005.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID130/v10_n2_a2005.pdf)> Acesso em: 14 ab. 2014.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. In: II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 1999. Disponível em:  
<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/iienpec/Dados/trabalhos/A33.pdf>> Acesso em 04 fev. 2014.

GONÇALVES, D. C. **Aplicações das derivadas no Cálculo I**: atividades investigativas utilizando o geogebra. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2012. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Universidade Federal de Ouro Preto, 2012. Disponível em: <[http://www.pppedmat.ufop.br/arquivos/Dissertacao\\_Daniele\\_Cristina.pdf](http://www.pppedmat.ufop.br/arquivos/Dissertacao_Daniele_Cristina.pdf)> Acesso em 05 mar. 2014.

HUGHES-HALLETT, D. et al. **Cálculo**. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

KARAM, R.; PIETROCOLA, M. **Discussões das relações entre matemática e física no ensino de relatividade restrita**: um estudo de caso. In: VII ENPEC, 2009. Disponível em:  
<<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1529.pdf>> Acesso em 23 ab. 2014.

PIETROCOLA, Maurício. A matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 19, n. 1, 2002. Disponível em  
<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9297>> Acesso em 11 mar. 2014.

REZENDE, W. M. **O ensino de cálculo**: dificuldades de natureza epistemológica. São Paulo: USP, 2003. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, USP, 2003. Disponível em: <<http://www.professores.uff.br/wmrezende/index.php/pesquisa/tese-e-dissertacoes.html>>  
Acesso em 12 mai. 2014.

SANTAROSA, M. C. P.; MOREIRA, M. A. **O cálculo nas aulas de física da UFRGS**: um estudo exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.16(2), 2011. Disponível em:  
<[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID266/v16\\_n2\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID266/v16_n2_a2011.pdf)> Acesso em 25 ab. 2014.



## **IMPLEMENTATION OF PHYSICS EXPERIMENTS IN MATHEMATICS CLASSES TO IMPROVE THE COMPREHENSION OF CALCULUS**

***Abstract:** This paper attempts to analyze the importance of the relationship between the Mathematics and Physics for the undergraduate engineering student. In this way, this work describes two experiments of Physics that can be used in classes of Calculus in order to make more concrete concepts of differential and integral calculus. The experiments are assembled using pieces of equipment easily found in laboratories of Physics in Engineering Courses. This attitude can facilitate the integration between Physics and Calculus and help professors in their teaching process by exchanging knowledge between these areas contributing for the solid knowledge acquisition.*

***Key-words:** Engineering, Teaching-learning, Interdisciplinarity*