

## USO DE RECURSOS DE SMARTPHONES COMO ELEMENTO DE MOTIVAÇÃO NAS AULAS DE LABORATÓRIO DE FÍSICA

**Roberto Scalco** – roberto.scalco@maua.br

Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, Ciclo Básico

Praça Mauá, 1

09580-900 – São Caetano do Sul – S.P.

**Fabio Appolinário** – appoli@doctor.com

Universidade Municipal de São Caetano do Sul, Pós-Graduação

Av. Goiás, 3400

09550-051 – São Caetano do Sul – S.P.

**Resumo:** *Este trabalho consiste na proposta do uso de acelerômetros presentes na grande maioria dos telefones celulares comercializados atualmente, classificados como smartphones, como um instrumento de aquisição de dados das acelerações em três direções. Essa aquisição pode ser realizada em diversos experimentos que compõem o rol de atividades das aulas de laboratório de Física em que haja movimento de corpos. O estudo apresenta como o aspecto lúdico, o fato do aluno utilizar o próprio telefone celular como objeto de aprendizado para auxiliar a aumentar a motivação pelo aprendizado, bem como permitir uma melhor fixação dos conceitos apresentados. Em pesquisa realizada junto aos alunos que realizaram um experimento sob o formato da metodologia proposta, houve aceitação, bem como sinalização de aumento na motivação com relação ao uso desses aparelhos em outros experimentos do laboratório. Além disso, a disseminação desses aparelhos entre os alunos permite que um equipamento de alto custo para ser adquirido para compor o quadro de ativos do laboratório de Física, que é o caso dos acelerômetros, possa ser utilizado com frequência nas aulas para complementar as atividades didáticas.*

**Palavras-chave:** *Acelerômetro, Aquisição de dados, Laboratório de Física, Motivação, Smartphone*

### 1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho consiste na investigação do uso de elementos do cotidiano que possam apresentar um caráter lúdico para o estímulo dos alunos quando são utilizados para fins didáticos. Desta maneira, deseja-se verificar se é possível quebrar os paradigmas que alguns alunos possuem quanto à distância entre o que estão aprendendo em disciplinas básicas dos cursos de Engenharia, o que poderão desenvolver ao longo das vidas acadêmica e profissional e como objetos utilizados no cotidiano podem conter muitos elementos relacionados às primeiras dificuldades que encontram na primeira série do curso.

Ao propor atividades com caráter lúdico, deseja-se que o aluno desperte uma maior receptividade para a situação em virtude do envolvimento com um ambiente, que apresenta o conteúdo formal do curso, sob uma abordagem emocional, permitindo com que o aprendizado ocorra de maneira significativa, como citado por Vygotsky (2004, p. 195) em sua obra “Psicologia pedagógica”, publicada originalmente em 1926, “O mestre deve ter sempre a preocupação de preparar as respectivas potencialidades não só da mente como também do

sentimento. Não devemos nos esquecer de atingir o sentimento do aluno quando queremos enraizar alguma coisa na sua mente. Dizemos frequentemente: ‘Eu me lembro disso por que me impressionou na infância’.”

Para verificar se o uso de elementos do cotidiano pode despertar o interesse nos alunos quando utilizados de maneira diferente da tradicional, este trabalho apresenta uma pesquisa realizada junto aos alunos que participaram de uma atividade do laboratório diferenciada, utilizando os acelerômetros dos telefones celulares dos membros das equipes como instrumento de medição, permitindo comparar como o coeficiente de atrito cinético entre dois corpos pode ser determinado de maneiras distintas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta sessão, serão apresentados os principais conceitos que servem como base para a concepção e implementação do projeto.

### 2.1 A motivação na relação ensino-aprendizagem

Como o trabalho consiste na análise da motivação que os alunos podem sentir ao inserir um elemento diferente do esperado nas aulas de laboratório, faz-se necessário compreender o que é motivação, bem como suas componentes para que situações possam ser criadas de tal maneira que os alunos se motivem ao aprendizado apresentado no laboratório.

Robbins *et al.* (2011, p. 152) definem “[...] **motivação** como o processo responsável pela intensidade, direção e persistência dos esforços de uma pessoa para o alcance de uma determinada meta.”, mostrando que o conceito é amplo e que ações em frentes distintas devam ser tomadas para conseguir motivar as pessoas.

Ao verificar as primeiras teorias sobre motivação, observa-se que a proposta apresentada por Maslow em 1954 mostra que a motivação possui fortemente a característica da direção, ou seja, o indivíduo se empenha para alcançar um objetivo específico (ROBBINS *et al.*, 2011). Uma vez que uma meta tenha sido concluída, há necessidade de estabelecer um novo ponto que se deve chegar, permitindo com que as pessoas estejam em um constante ciclo de auto-avaliação quando se preparam para atingir uma nova meta.

Seguindo pela linha do tempo, em 1959, Herzberg propôs a teoria dos dois fatores, mostrando que a satisfação das pessoas em relação ao trabalho não seguia uma escala de oposição “satisfação”-“insatisfação”, mas que existem fatores que podem deixar um indivíduo mais ou menos satisfeito enquanto que outros podem deixá-lo mais ou menos insatisfeito. Desta forma, Herzberg mostrou que a motivação está relacionada à satisfação que o indivíduo tem com a auto-realização, enquanto que a insatisfação ocorre quando o ambiente de trabalho não é sadio para o funcionário.

Além desses autores clássicos sobre teorias que versam sobre motivação, deve-se considerar o trabalho proposto por Victor Vroom, em 1964, denominado teoria da expectativa que mostra como as ações dos indivíduos dependem da expectativa da pessoa sobre como o resultado da ação a afetará. Robbins *et al.* (2011, p. 155) acrescentam que “[...] a essência da teoria da expectativa é a compreensão dos objetivos de cada indivíduo, e a ligação entre esforço e desempenho, desempenho e recompensa e, finalmente, entre recompensa e alcance das metas pessoais.”

Entretanto, o que foi apresentado sobre as teorias da motivação foram fundamentados na abordagem clássica da organização de empresas. Deve-se lembrar que este trabalho consiste na avaliação de como um fator pode modificar o grau de motivação em um ambiente acadêmico. Sob esse enfoque, pode-se destacar o estudo de Antunes & Veiga (2004, p. 543), pois mostram que “A motivação em contexto sala de aula é o resultado de um conjunto de medidas educacionais que ao serem aplicadas terão de ser conjugadas com o repertório que o

aluno traz para a escola, a sua história passada fruto das experiências do seu meio, da motivação pessoal, crenças, expectativas, valores, objectivos e hábitos, cabendo assim ao professor gerir e decidir quais as melhores estratégias a aplicar com cada aluno ou turma.”

## 2.2 Demonstrações como facilitadores para a fixação de conceitos

Uma dificuldade que alguns alunos possuem consiste na percepção entre os diferentes tipos de representação de um mesmo registro matemático, seja ele uma equação ou um conceito envolvendo princípios físicos, às vezes, abstratos. Duval (2003) mostra que as mudanças de representação de registro podem ser divididas em dois grupos:

- a) tratamentos: transformações de representações dentro do mesmo registro. Por exemplo, a resolução algébrica de um sistema de equações;
- b) conversões: transformações de representações que mudam de registro, mas conservam os objetos denotados. Por exemplo, transcrição de uma equação algébrica para sua forma gráfica e vice-versa.

Relacionado ao ensino da Física, podem-se realizar demonstrações ou experimentos em aula para facilitar o desenvolvimento da habilidade dos alunos realizarem conversões entre os registros.

## 2.3 Aquisição de dados no laboratório

As atividades realizadas em laboratórios de Física devem ser devidamente preparadas com materiais que permitam aos alunos realizar os experimentos propostos e comparar os resultados obtidos com os apresentados durante as aulas de teoria. Atualmente, diversas empresas desenvolvem kits didáticos para serem utilizados em laboratórios, desde montagens mais simples, até equipamentos eletrônicos que realizam a aquisição e tratamento de dados referentes ao conceito que está sendo verificado no experimento.

É importante que os alunos realizem os experimentos e possam comprovar os conceitos teóricos apresentados. Além disso, a prática do laboratório acrescenta um importante fator que inexistente na “Física ideal”: a incerteza dos instrumentos utilizados para fazer as medições e os erros de leitura desses instrumentos. Desta forma, os alunos percebem que não existe uma medição totalmente precisa, tanto que são convidados a realizarem várias medições do mesmo experimento e, em seguida, aplicarem conceitos de estatística para obter um valor médio aproximado.

O trabalho apresentado por Mossman *et al.* (2002) utiliza um equipamento para medir os coeficientes de atrito estático e dinâmico entre dois corpos. Embora o dispositivo meça os valores e até trace um gráfico no computador, a vivência dos alunos obtida ao realizar o experimento não estará completa apenas com esses recursos. Assim, Mossman *et al.* (2002, p. 149) discutem que “[...] o papel do professor será, então, o de dar significado físico a este coeficiente e não de explicar com detalhes como ele é obtido”. Os experimentos com a nova abordagem deverão despertar nos alunos um novo significado para os pequenos detalhes antes imperceptíveis, entretanto, essa metodologia não deve substituir a abordagem clássica, mas deve atuar como elemento para complementar o processo educacional.

Mossman *et al.* (2002, p. 146) mostram ainda que “Os novos recursos da informática, tanto de *software* como de *hardware* na área de aquisição de dados, permitem que a execução de experimentos antes restritos à pesquisa pura seja também estendida à sala de aula.”

Os experimentos com a nova abordagem deverão despertar nos alunos um novo significado para os pequenos detalhes antes imperceptíveis, entretanto, essa metodologia não deve substituir a abordagem clássica, mas deve atuar como elemento para complementar o processo educacional.

## 2.4 A ciência guardada no bolso

Mesmo com a participação efetiva ao realizar os experimentos no laboratório de Física, alguns alunos têm dificuldade em relacionar os conceitos apresentados em aula com as observações e medições realizadas no laboratório. Este fato se dá em virtude do alto grau de abstração em que os conceitos físicos estão imersos.

Com base neste problema, Wisman & Forinash (2008) propõem o uso de objetos do cotidiano, como telefones celulares, para que possam ser utilizados como objetos de aprendizagem durante as aulas de laboratório de Física.

O uso de *smartphones* pode tornar a aula de laboratório mais estimulante, em virtude do fator lúdico de utilizar como elemento do experimento algo pessoal e de uso diário. Da mesma maneira que os equipamentos comerciais para aquisição de dados devem ser utilizados como item complementar ao aprendizado, o telefone celular também não deverá substituir a experiência de realizar o experimento.

Ações que permitam aos alunos realizarem uma tarefa de maneira lúdica podem auxiliar na fixação dos conceitos vistos, uma vez que os alunos deixam de ver a atividade como uma tarefa escolar e passam a aproveitar o momento despertando seus interesses por meio de emoções, tornando o aprendizado mais sólido, como apresentado por Vygotsky (2004, p. 117) “se quisermos que os alunos recordem melhor ou exercitem mais o pensamento, devemos fazer com que essas atividades sejam emocionalmente estimuladas. A experiência e a pesquisa têm mostrado que um fato impregnado de emoção é recordado mais sólida, firme e prolongada que um feito indiferente.”

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa relatada neste trabalho é de natureza quantitativa, uma vez que, após realizarem o experimento, os alunos responderam a uma pesquisa de campo que foi analisada sob o ponto de vista estatístico. Essa pesquisa transversal e de delineamento quase-experimental foi aplicada ao longo de uma semana em pequenos grupos de alunos matriculados na primeira série do curso de Engenharia, com equipes contendo de 2 a 8 pessoas.

Sabe-se ainda que a finalidade da pesquisa é aplicada e o seu tipo é experimental, uma vez que deseja-se explicar o comportamento dos alunos ao introduzir um novo elemento em meio ao ambiente de ensino-aprendizado. Essa experiência direcionada que os alunos vivenciaram mostra que a estratégia de laboratório foi utilizada.

### 3.1 Experimento “Determinação do coeficiente de atrito cinético”

O experimento foi escolhido para ser apresentado aos alunos, pois o acelerômetro do celular poderia ser utilizado para medir a aceleração em apenas uma direção, evitando que fosse necessário realizar a soma vetorial das componentes medidas pelo acelerômetro.

O objetivo do experimento original consiste em aplicar conceitos do formalismo Trabalho-Energia para a determinação dos coeficientes de atrito cinético entre um corpo e a superfície de apoio. Desta maneira, os alunos devem aplicar os conceitos de energia cinética, potencial e dissipada pela força de atrito para obter o modelo matemático que permite determinar o coeficiente de atrito estático  $\mu$ .

A Figura 1 mostra a montagem do experimento, indicando os massores e o porta massores como o corpo de massa  $M$ , posicionado a uma altura  $h$  do solo. A distância  $d$  representa o quanto o corpo de massa  $m$ , composto pelo celular posicionado sobre o bloco de madeira, percorre após que a força exercida pelo corpo de massa  $M$  cesse.

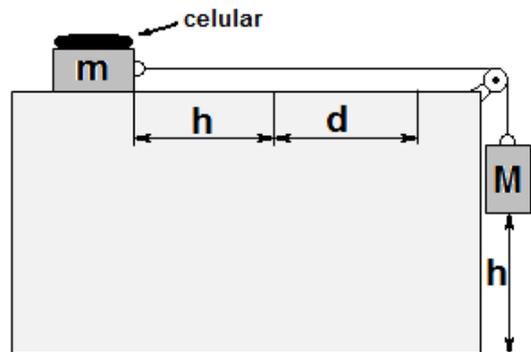


Figura 1 - Esquema da montagem do experimento.

Com base nos conceitos teóricos e na Figura 1, os alunos devem obter a Equação (1), que permite calcular o coeficiente de atrito cinético em função da altura  $h$  e da distância  $d$ .

$$\mu = \frac{M \cdot h}{m \cdot h + (M + m) \cdot d} \quad (1)$$

Uma vez obtido o modelo matemático para o cálculo do coeficiente de atrito, os alunos devem realizar o procedimento experimental, que consiste em obter as medições das massas  $M$  e  $m$ , que variam de acordo com o telefone celular utilizado.

Com intuito de minimizar os erros que são inerentes ao processo experimental, devem ser realizadas cinco medições da distância  $d$  e anotadas na tabela fornecida no roteiro da atividade. Após as medições, é obtido o valor médio para a distância e calculado o coeficiente de atrito cinético fazendo o uso da Equação (1).

Além das atividades citadas, que consistem na realização do roteiro original, os alunos devem aplicar os conceitos relacionados à Segunda Lei de Newton ao mesmo problema, resultando no desenvolvimento da Equação (2), que descreve o coeficiente de atrito cinético em função da aceleração  $a$  resultante do conjunto formado pelo telefone celular sobre o bloco de madeira.

$$\mu = \frac{M \cdot g - (M + m) \cdot a}{m \cdot g} \quad (2)$$

O aplicativo executado no telefone celular armazena quatro grandezas no arquivo: tempo ( $\mu$ ) e as componentes da aceleração em três eixos ortogonais ( $m/s^2$ ). Como o telefone celular se movimenta em apenas uma direção, apenas o gráfico de uma das componentes será analisado.

Para cada um dos cinco arquivos, armazenados em cinco medições distintas, os alunos devem verificar o valor positivo da aceleração e anotá-los na tabela, também fornecida no roteiro do experimento. De maneira análoga, deve-se determinar o valor médio da aceleração para, então, calcular o valor do coeficiente de atrito, utilizando a Equação (2).

Por fim, os alunos podem comparar os valores calculados do coeficiente de atrito cinético pela abordagem de trabalho-energia e pela Segunda Lei de Newton.

### 3.2 Materiais

A Figura 2 mostra a montagem proposta para a realização do experimento “Determinação do coeficiente de atrito cinético”, enquanto que a lista a seguir apresenta os materiais que foram disponibilizados aos alunos:

- a) roteiro do experimento;
- b) bloco de madeira;
- c) roldana com garra de fixação;
- d) massores;
- e) porta massores;
- f) trena;
- g) linha.

Caso a equipe não possuísse um telefone celular com acesso aos dados do acelerômetro, um *smartphone* Samsung Galaxy S GT-I9000 era acrescido ao rol de itens fornecidos.

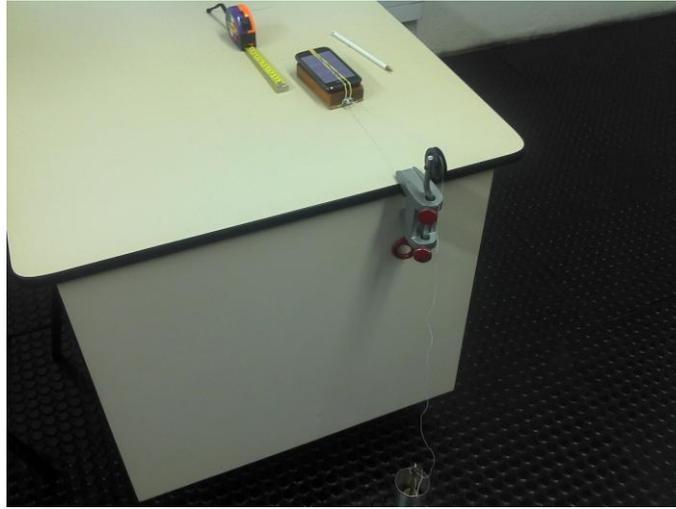


Figura 2 - Montagem do experimento.

Uma vez que o telefone celular fornecido como material pelo laboratório possuía o sistema operacional Android, foi necessário encontrar um aplicativo gratuito que armazenasse os dados do acelerômetro de maneira que essas informações pudessem ser analisadas futuramente. Dentre os aplicativos testados, foi escolhido o **Accelerometer Values**, desenvolvido por Deffarges (2010) e disponível no **Android Market**, fazendo a aquisição dos dados com frequência de 10 Hz.

#### 4 RESULTADOS

Ao término da atividade 61 alunos matriculados na primeira série do curso de Engenharia da Escola de Engenharia Mauá, com idade média de 18,84 anos e desvio padrão de 1,74 anos responderam a um questionário sobre o experimento. Os participantes formaram um quadro com 34,4% pertencentes ao sexo feminino, enquanto que 65,6% pertencentes ao sexo masculino. Sabe-se ainda que 86,9% eram calouros e 13,1% veteranos. Ao longo de uma semana, 10 equipes contendo de 2 a 8 alunos participaram da atividade.

Quatro alunos possuíam um *smartphone* compatível e receberam o aplicativo para realizarem o experimento, enquanto que 28% utilizou o *smartphone* de um colega e os demais 66% utilizaram o telefone celular fornecido como material do laboratório.

Para os próximos três itens, foi apresentada uma escala com duas situações semanticamente opostas posicionados nos extremos. Essa escala possui cinco níveis de quantificação e foi solicitado aos participantes que assinalassem a intensidade da tendência para uma dessas duas situações.

Foi perguntado o quão diferente seria a diferença na execução do experimento nos casos em que fosse realizada com ou sem o telefone celular. Os alunos mostraram uma tendência que as abordagens não devem ser muito semelhantes, como mostra a Figura 3.



Figura 3 - Escala da Semelhança-Diferença entre as abordagens

A partir de um pré-conceito de que equipamentos eletrônicos são mais precisos do que instrumentos de medição que dependem do fator humano, foi perguntado aos alunos qual era a expectativa, antes de realizar o experimento de quão distantes ou próximos os cinco valores medidos do celular deveriam ser entre si. Os resultados mostram na Figura 4 uma leve tendência a dados que sejam mais consistentes do que discrepantes.

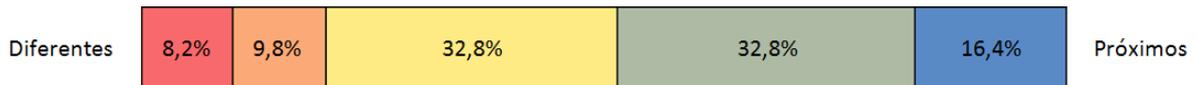


Figura 4 - Escala da expectativa Diferença-Proximidade dos dados antes do experimento.

Após a comparação entre os valores numéricos dos coeficientes de atrito calculados, foi solicitado que os alunos indicassem sua impressão sobre a discrepância ou consistência entre os valores. A Figura 5 mostra uma tendência de que os valores calculados possuem pouca diferença entre si.



Figura 5 - Escala da Discrepância-Consistência dos valores calculados.

Observando o gráfico da Figura 6 verificou-se que o uso do telefone celular em outras atividades do laboratório pode ser viável para 43% dos alunos participantes. Deve-se considerar o fato de que a maioria dos participantes são calouros e ainda não tem conhecimento total sobre quais são os experimentos irão compor o quadro de experimentos ao longo do ano.

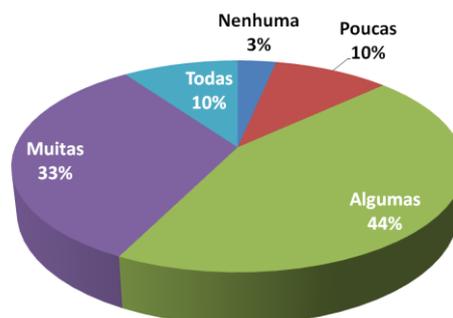


Figura 6 - Possibilidade de uso do telefone celular em outros experimentos.

O resultado apresentado na Figura 7 mostra que 85% dos alunos expressam que estavam motivados ao realizar o experimento utilizando o telefone celular para uma finalidade diferente daquela que o aparelho foi projetado.



Figura 7 - Grau de motivação com a proposta do experimento.

A satisfação em realizar a atividade com o *smartphone* para coletar os dados foi sinalizada por 87% dos alunos, como visto na Figura 8. Esses dois últimos resultados mostram como o as situações propostas como se um fator que pode influenciar o interesse pelo aprendizado dos alunos em novos conceitos apresentados, sob diferentes perspectivas.

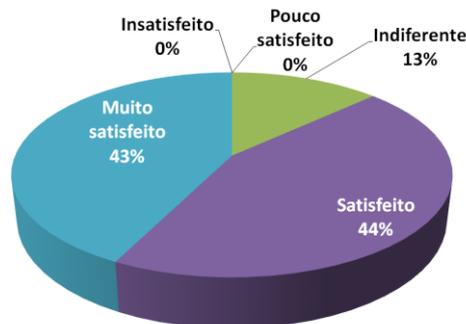


Figura 8 - Grau de satisfação com a proposta do experimento.

Os alunos que participaram também indicaram que o aprendizado pode ser facilitado quando propostas lúdicas são postas em prática. Nota-se que 87% dos alunos, representados pelo gráfico da Figura 9, demonstraram essa opinião.



Figura 9 - Aumento da facilidade do aprendizado.

Por fim, foi solicitado que os alunos respondessem se gostariam que o acelerômetro do telefone celular fosse novamente utilizado como instrumento de medição nas aulas de laboratório. A receptividade veio por 61% dos participantes, como representado na Figura 10.

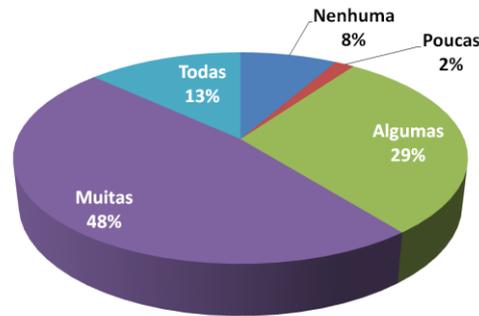


Figura 10 - Desejo que o telefone celular fosse utilizado em outros experimentos.

## 5 CONCLUSÕES

A pesquisa realizada junto aos alunos mostrou receptividade quanto ao uso do acelerômetro do telefone celular como instrumento de medição para as atividades do laboratório da disciplina Física I, destacando a reusabilidade do objeto de aprendizagem proposto.

Uma vez que houve aceitação do uso do telefone celular nos experimentos, associado à confiabilidade dos valores medidos, é possível explorar outros experimentos que possuam a movimentação de um corpo que se medir a aceleração ou calcular a velocidade instantânea (utilizando técnicas de integração numérica) ou o movimento descrito pelo corpo.

O fator lúdico de utilizar o próprio telefone celular como objeto de aprendizado mostrou que os alunos ficaram satisfeitos e motivados com o experimento, além de indicarem que houve uma maior facilidade para o aprendizado.

Como os aparelhos com esses recursos são uma constante cada mais presente em meio aos alunos é possível inserir o novo elemento como item complementar aos estudos nas atividades. Desta maneira, embora o laboratório deva possuir um número compatível de equipamentos com o número de equipes que realizarão o experimento, o custo será minimizado, pois o uso dos acelerômetros do laboratório será alternado com o dos alunos, aumentando a sua durabilidade.

### Agradecimentos

A Escola de Engenharia Mauá por permitir que mais esta ação didática pudesse ser desenvolvida e aplicada, além dos alunos que, voluntariamente, participaram da atividade proposta e, gentilmente, responderam ao questionário.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, J.; VEIGA, F. H. Aspectos motivacionais dos alunos e do ambiente da aula: Variáveis do contexto escolar. In: CIEFCUL (ed.). **Itinerários: investigar em educação**. Lisboa: Centro de Investigação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2004. p. 535-544. Disponível em: <[http://cie.fc.ul.pt/membrosCIE/feliciano\\_veiga/textos/Texto12.1.pdf](http://cie.fc.ul.pt/membrosCIE/feliciano_veiga/textos/Texto12.1.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2011.

DEFFARGES, B. **Accelerometer values**. Mulhouse: [s.n.], 2010. Android Market. v. 1.1.0. Disponível em: <<http://karanar.net/?p=131>>. Acesso em: 14 jun. 2011.

DUVAL, R. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, S. D. A. **Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica**. Campinas: Papyrus Editora, 2003.

MOSSMANN, V. L. F. et al. Determinação dos coeficientes de atrito estático e cinético utilizando-se a aquisição automática de dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 146-149, jun. 2002.

ROBBINS, S. P.; JUDGE, T. A.; SOBRAL, F. **Comportamento organizacional**. São Paulo: Pearson Brasil, 2011.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

WISMAN, R. F.; FORINASH, K. Science in your pocket. **International Journal on Hands-on Science**, v. 1, n. 1, p. 1-9, set. 2008.

## USE OF RESOURCES OF SMARTPHONES AS MOTIVATION ELEMENT TO THE PHYSICS LABORATORY CLASSES

**Abstract:** *This work proposes the using of accelerometers, present in most smartphones sold today, as data's acquisition device of acceleration in three directions. This acquisition can be performed in several experiments that belongs to Physics laboratory activities in that there is bodies movement. The study shows, in fact, the student using de cell phone like learning object to help increase motivation for learning, as well as, allow a better way to save the concepts presented. A research performed with students, reproduced the experiment in the proposed methodology, there was an acceptance as well signs of increased motivation towards the use of smartphones in others labs experiments. Moreover, the dissemination of these devices among students allow that expensive equipment can be purchases to compound the equipments list of the physics laboratory, like accelerometers that may be used frequently in class to complement the teaching activities..*

**Key-words:** *Accelerometer, Data acquisition, Motivation, Physics Laboratory, Smartphone.*