



ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE KITS DIDÁTICOS PARA UTILIZAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA APLICADA ÀS ENGENHARIAS

Leandro Bezerra Queiroz¹, Targino Amorim Neto²

¹Bolsista de Iniciação Científica da Faculdade de Tecnologia Senai Cimatec

²Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial e Geofísica, Orientador de Iniciação Científica da Faculdade de Tecnologia Senai Cimatec

E-mails: leoqueiroz4@hotmail.com, targino.neto@fieb.org.br

RESUMO

Este trabalho teve como proposta, o desenvolvimento de kits experimentais didáticos, para auxiliar na aprendizagem dos conceitos teóricos estudados nas disciplinas de Física em cursos de engenharia, de forma a proporcionar ao estudante o contato prático/experimental do conhecimento científico. O projeto teve como principais características, a utilização de matrizes comuns a uma variedade de experimentos, a interação dos conceitos da Física com aplicações técnicas do cotidiano e descrição de modelos físicos complexos a partir de conceitos básicos. Obteve-se assim, novos modelos de kits didáticos, que atendem de forma interessante e eficaz às necessidades de um aprendizado completo e satisfatório.

1. INTRODUÇÃO

A Física se apresenta como uma das principais bases para o aprendizado nos cursos de Ciência e Tecnologia. Sua compreensão e a habilidade com seus princípios, são de grande valor para o estudante durante a sua graduação e na sua formação profissional. Entretanto, este aprendizado muitas vezes não é plenamente retido pelo aluno, devido ao fato dos conceitos explanados teoricamente, nem sempre podem ser confirmados sem a ajuda de um bom e adequado experimento. Assim, as disciplinas de Física na graduação se tornam um dos entraves do currículo acadêmico [1,2,3].

Um ensino experimental promove importantes contribuições no aprendizado dos conceitos teóricos e é importante que o docente insista na ideia de que a ciência é muito mais que mera descrição dos fenômenos observados [1]. Esta proposta é vigorosamente defendida por Nussenzvieg [2], no qual ele afirma que a Física é uma ciência experimental, logo, recomenda-se que a disciplina seja ministrada em paralelo um a curso de laboratório.

Alguns conceitos físicos são tradicionalmente vistos pelos docentes como um tema difícil de ser transmitido e desta forma, causa nos alunos o desinteresse diante das dificuldades no aprendizado [3]. No mundo moderno, em que o estudante é acostumado ao uso da tecnologia, aulas exclusivamente expositivas são insuficientes. O estudante



pede inovação e aulas criativas que despertem o interesse e a busca pelo aprendizado [4].

Atualmente no mercado, existe uma grande variedade de componentes experimentais que abrangem os conceitos da Física e a depender do fabricante, os produtos oferecidos tem maior ou menor perícia na descrição dos conceitos experimentados. Outros fatores como o processo de fabricação e material empregado, são implicadores na acessibilidade e viabilidade econômica dos kits didáticos existentes. Assim, a união desses fatores resultam em produtos de qualidade satisfatória mas com custos de aquisição elevados.

Este projeto teve como finalidade desenvolver kits didáticos, destinados a atuarem como ferramentas no processo de aprendizagem das ciências físicas em os cursos de engenharia do SENAI/CIMATEC, com justificativa de oferecer uma base sólida do conhecimento científico e experiência prática ao estudante.

2. METODOLOGIA

A metodologia empregada teve como base, a definição e organização de parâmetros para o desenvolvimento dos componentes experimentais, que ficou dividido em três fases.

2.1. PRIMEIRA FASE: ESTUDO DE CASO

Nesta etapa, foi realizada a análise de quatro tópicos, foram eles:

- A conceituação teórica, com o objetivo de aprofundar o entendimento dos fenômenos físicos;
- A pesquisa no estado da arte para identificar falhas e pontos chaves nos modelos existentes do mercado;
- Análise dos materiais e processos de fabricação empregados na caracterização dos componentes;
- Levantamento das ferramentas computacionais requeridas para a organização de informações, construção e simulação dos modelos.

2.2. SEGUNDA FASE: MODELAGEM

A segunda fase consistiu nas etapas do desenvolvimento de:

- Desenhos mecânicos 2D e 3D, construídos em uma ferramenta computacional CAD (projeto auxiliado por computador);
- Simulações 3D computacionais;
- Roteiros experimentais;
- Modelos de protótipos.

2.3 TERCEIRA FASE: ENSAIOS E VALIDAÇÃO DOS KITS

A terceira e última fase foi destinada à realização dos ensaios, afim de validar os kits e seus inúmeros experimentos possíveis. Em alguns casos em que o experimento apresentou resultados insatisfatórios, foram realizadas correções onde o experimento



voltou à fase de modelagem e foi reestruturado geometricamente e/ou dimensionalmente. Com os kits validados, foram então consolidadas as bancadas experimentais, que permitiram medir, avaliar, e interagir com medidas físicas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em vista da preocupação com os processos de fabricação e materiais disponíveis para a confecção dos componentes experimentais, foi realizada uma visita à fábrica de kits didáticos, pertencente ao SENAI de Feira de Santana/BA. Neste local encontra-se uma grande quantidade de chapas de aço, acrílico, alumínio e compensados de madeira, além de ferramentas para processamento, como máquina de corte a laser, dobradores de chapa, prensas, tornos mecânicos, fresas, furadeiras, câmara de pintura e serra para corte de madeira.

3.1. BANCADA PARA MONTAGEM DE EXPERIMENTOS

Os componentes criados inicialmente, foram relacionados à montagem e a acomodação dos elementos experimentais. Para esta função foi pensada a utilização de um *protoboard* (placa de ensaios) com requisitos de possuir um bom aspecto visual, fácil fabricação, material de baixo custo e formas simples de fixação dos componentes experimentais.

3.1.1. Protoboard de mecânica clássica, ondulatória e ótica

O primeiro *protoboard* desenvolvido (PB1), teve como objetivo contemplar as áreas da mecânica clássica, ondulatória e ótica. As soluções encontradas para desenvolvimento deste *protoboard* foram:

- É composto por quatro placas dispostas conforme a figura 1, que após vários testes, chegou-se à conclusão que é a configuração mais adequada para a montagem dos diversos experimentos em uma única matriz;
- Dimensões definidas como 900 mm de comprimento, 600 mm de largura e 8 mm de espessura;
- O material mais adequado para as placas é o acrílico, devido a sua baixa massa específica e transparência;
- Foi escolhida a utilização de furos com perfil circular, diâmetro de 6mm e igualmente espaçados em 20 mm;
- A fabricação é realizada com auxílio da máquina de corte a laser que além possuir um bom controle dimensional no momento da usinagem, efetua o corte de maneira totalmente automatizada.

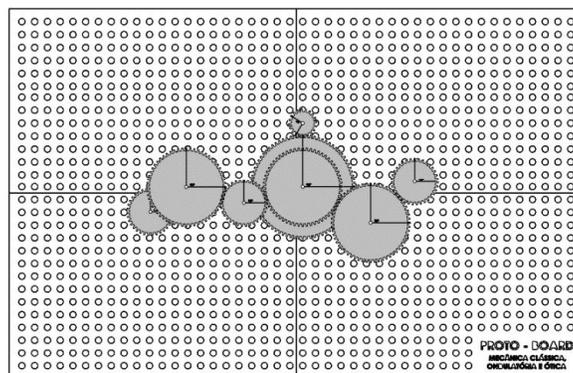


Figura 1. - Protoboard de mecânica, ondulatória e ótica (PB1), com conjunto de engrenagens montadas.

Fonte: Própria

Com o PB1 modelado, verificou-se a necessidade da criação de um pino universal com emprego similar à de uma bucha, ou seja, um elemento intermediário entre os componentes experimentais e a placa.

3.1.2. Pino universal

Os requisitos para encontrar o melhor modelo de pino foram:

- Possuir o mínimo e os mais simples processos de fabricação;
- Material de baixo custo devido à quantidade de peças feitas por kit;
- Não rotacionar nem transladar;
- Suportar os carregamentos aplicados.

Após vários ensaios mecânicos chegou-se a um modelo de pino universal para fixação dos componentes, feito de nylon e com geometria cilíndrica (Figura 2a), que se fixa por meio do atrito com as paredes dos furos do PB1 (Figura 2b). Devido a sua forma geométrica, esse componente pode ser fabricado no processo de usinagem por torneamento.

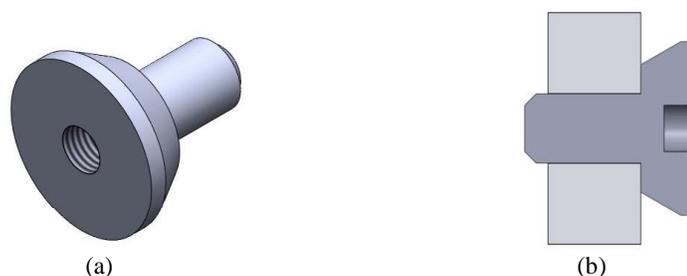


Figura 2. - (a) Pino universal e (b) Vista em corte do conjunto furo pino montado

Fonte: Própria

3.1.3 Protoboard de eletricidade e magnetismo

Ao longo do período de estudo e desenvolvimento dos kits, houve a necessidade da criação de um segundo modelo de *protoboard* (PB2), destinado ao estudo da

eletricidade e magnetismo. Este componente é formado por um conjunto de placas de acrílico com vazios retangulares (Figura 3), onde são encaixadas pequenas placas (módulos) contendo elementos para estudo. A partir de análises estruturais, as dimensões definidas para o PB2 foram 450 mm de comprimento, 300 mm de largura, 12 mm de espessura, inclinação de 25° e os vazios com 82 mm de largura e 130 mm de comprimento.



Figura 3. - Protoboard de eletricidade e magnetismo

Fonte: Própria

A justificativa para o uso de módulos, consiste no fato, que a maioria dos componentes com princípio de funcionamento elétrico e/ou magnético, são organizados em placas de circuitos.

3.2. EXPERIMENTOS

Para definir a ordem de experimentos desenvolvidos, foram usados critérios com base na necessidade de abordagem do assunto, do quanto o tema pode ser explorado e principalmente, que seja utilizado pelo maior número de pessoas. Então foi definido inicialmente que alguns experimentos envolvendo a mecânica clássica seriam projetados, visto que, esta é a área de estudo na disciplina de introdução às Físicas, nas engenharias do SENAI/CIMATEC.

3.2.1 Experimentos rotacionais

Dando início à criação dos elementos experimentais, foi realizada a análise de experimentos com engrenagens, destinadas ao estudo dinâmica rotacional, transmissão de potência, momento de inércia e vantagem mecânica. Devido ao formato das rodas dentadas (Figura 4a), o material que se mostrou mais favorável à fabricação, foi o acrílico, utilizando-se o processo de usinagem por corte a laser. Assim, foram desenvolvidos quatro modelos, com diâmetros primitivos de magnitude 40mm, 80mm, 120mm e 160mm e todos com espessura de 8mm.

Outro elemento experimental de rotação analisado, foram as polias (Figura 4b). Para este componente, o material mais adequado foi o Nylon, com o argumento de cumprir com a função requerida e facilitar a fabricação a partir do processo de usinagem por torneamento. Neste componente, foi utilizada a mesma análise empregada nas rodas dentadas, desenvolvendo assim, quatro modelos com diâmetros externos de 40mm, 80mm, 120mm e 160mm.

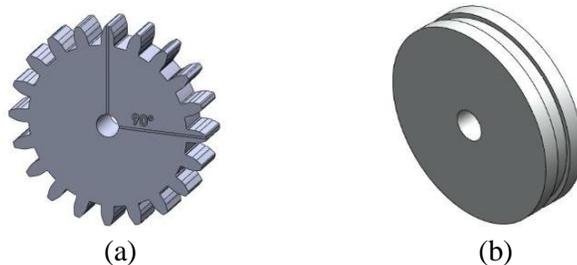


Figura 4. - (a) Roda dentada de acrílico e (b) Polia de nylon

Fonte: Própria

3.2.2. Plano inclinado

O estudo de forças é o tema mais elementar da mecânica clássica [1,2] e com o objetivo de experimentar estes conceitos, foi desenvolvido um modelo de plano inclinado (Figura 5), formado por um conjunto de lâminas de acrílico e fabricadas a partir do processo de usinagem por corte a laser. Este componente possui um sistema de mensura da inclinação e da posição do corpo estudado, a deflexão do plano pode ser gerada a partir de um movimento rotacional livre causado por um desequilíbrio de forças ou mantida estaticamente com auxílio de pinos universais.

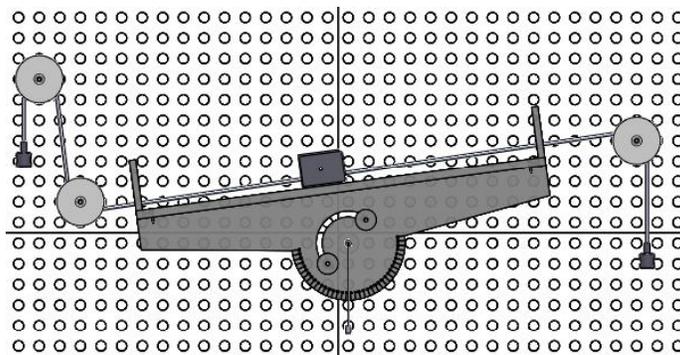


Figura 5. - Montagem do experimento para análise de forças em um corpo, com plano inclinado e polias em uma região do PBI.

Fonte: Própria

3.2.3. Alavanca de Torque

Com finalidade de realizar um experimento direcionado ao estudo do Torque, foi desenvolvido um componente composto por dois braços de alavanca feitos de acrílico, com furos iguais e homogeneamente espaçados (Figura 6). Um rolamento colocado em seu centro, tem a finalidade de permitir a rotação da alavanca quando carregada. Um sistema de marcação permite mensurar o ângulo produzido em relação ao plano horizontal na existência de um desequilíbrio das forças empregadas. Assim, pode-se experimentalmente, medir e visualizar o conceito de Torque.

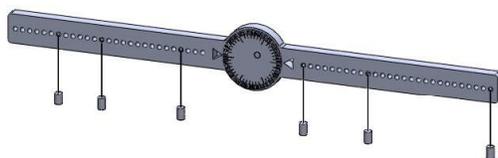


Figura 6. - Alavanca de torque em equilíbrio com as massas aferidas

Fonte: Própria

3.2.4. Cuba eletrolítica

Dentre os conceitos da eletricidade, um dos temas importantes abordados, é o de campo elétrico [5]. De forma a interagir com esse conceito realiza-se um experimento que consiste na identificação de superfícies equipotenciais provocadas pela diferença de potencial elétrico entre dois ou mais eletrodos, colocados em um fluido condutor, dentro de uma cuba eletrolítica que necessita possuir um sistema de mapeamento das superfícies por pontos cartesianos, reter o fluido condutor e não ser um bom acumulador de cargas estáticas.

Para realização deste experimento, foi desenvolvido um modelo de cuba eletrolítica (Figura 7) composto por lâminas de acrílico, coladas com resina, que permitiu boa fixação e impermeabilização do conjunto. Na região inferior da cuba foi projetado um compartimento para alojar papel milimetrado, que auxilia no processo de obtenção do perfil das superfícies equipotenciais. Na região superior da cuba, se encontra um sistema para medição do perfil das superfícies equipotenciais com um compartimento para ponta de prova que translada em duas direções e réguas que indicam a posição da ponta de prova em cada eixo.

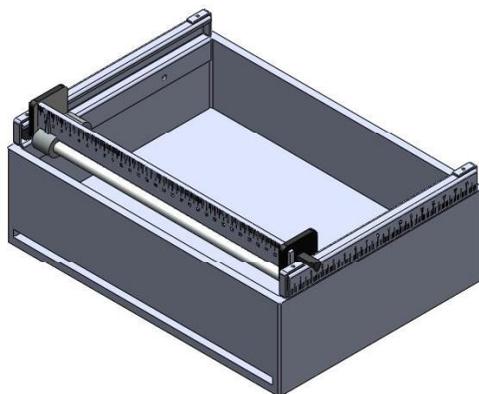


Figura 7. - Cuba eletrolítica com sistema de localização bidimensional

Fonte: Própria

3.2.5. Kit de componentes eletrônicos

De forma a integrar o estudo dos conceitos da eletricidade e magnetismo à aplicações do cotidiano, foram desenvolvidos vários modelos de módulos, cada um com um tipo de componente eletrônico associado, de forma a possibilitar a realização dos experimentos de circuitos simples, compostos e/ou complexos (Figura 8). A interação dos dispositivos eletrônicos, é realizada a partir de terminais e acessados por meio de plugues banana

fêmea. Em cada módulo é identificado o componente eletrônico pelo nome e pelo símbolo correspondente (segundo a norma IEEE Std. 315) e para identificação e localização dos terminais, foi utilizado um sistema de identificação por letras e números.

Os componentes utilizados para a confecção dos módulos foram os resistores, potenciômetros, resistores de fio, capacitores, capacitores eletrolíticos, diodos comuns, fotoemissores (LEDs) e zener, chaves H-H (reversoras), chave H-H (inversoras), botão de pressão com e sem trava, lâmpadas, fusíveis, transistor de efeito de campo (FET), termistores (NTC), fotoresistores (LDR), tiristores, relés, indutores uniaxiais, transistores (PNP e NPN) e varistores.

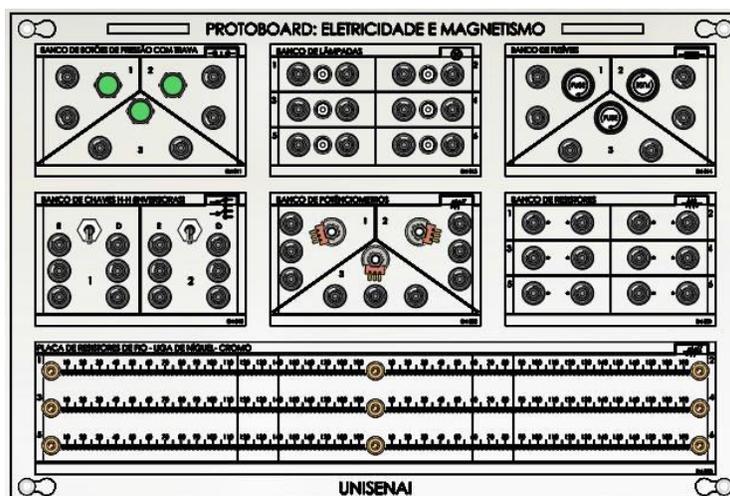


Figura 8. - Esquema de montagem de um circuito no PB2.

Fonte: Própria

3.2.6. Gerador de ondas mecânicas

Como forma de explorar os conceitos de introdução à ondulatória, foi criado um modelo do gerador de ondas mecânicas (GOM), o qual possui um mecanismo simples de biela manivela que possibilita a oscilação de uma haste com um barbante preso à extremidade e realiza a oscilação do cordão. A frequência das oscilações é controlada por um frequencímetro ligado a um motor acionador. Esse conjunto do GOM (Figura 9) teve como características principais de possuir pouca massa, atribuído ao fato de a sua estrutura ser em maior parte de acrílico, ser composto por peças facilmente reparáveis e possuir uma fácil montagem no PB1. Sua fixação na placa de ensaio é realizada por meio de três pinos universais que são colocados na região posterior do aparelho.

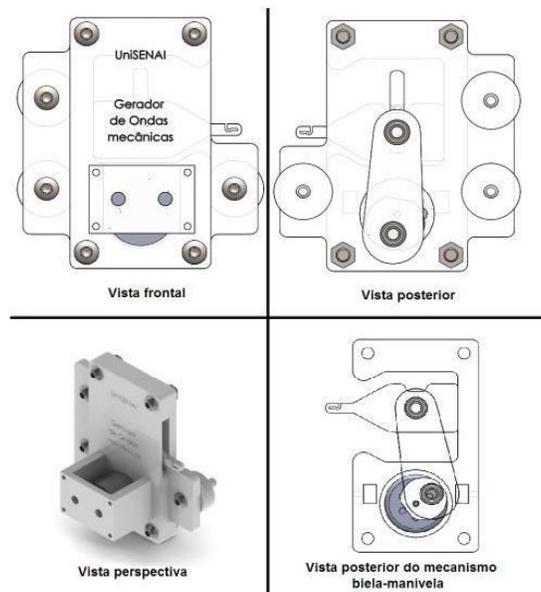


Figura 9. - Representação do conjunto do gerador de ondas mecânicas

Fonte: Própria

4. CONCLUSÃO

Em comparação com os kits didáticos de Física do mercado, a principal vantagem alcançada é o uso de uma matriz para uma variedade de experimentos, permitindo um maior número de combinações entre os componentes experimentais e aproximando-se do que pode ser encontrado em uma aplicação de sistemas físicos do cotidiano. A diversidade de experimentos, a fácil montagem dos componentes e a interface amigável, torna o kit atrativo para que desperte no aluno e no professor, o interesse de buscar o conhecimento prático da Física, que são essenciais para a formação do engenheiro e certamente o auxiliará na prática profissional. Sob o ponto de vista econômico, o baixo custo de produção, o fácil acesso aos materiais e a durabilidade dos componentes, tornam estes kits economicamente viáveis e acessíveis. O projeto está em fase de desenvolvimento final e terá como próximas metas, a modelagem de experimentos envolvendo a Ótica e a Termodinâmica, ampliação do número de experimentos disponíveis e desenvolver um sistema para coleta e tratamento de dados.

REFERÊNCIAS

¹Halliday, David; Resnick, Robert e Walker, Jearl; *Fundamentos da Física – Volume 1*, LTC, ed. 8, Rio de Janeiro, 2009.

²Nussenzvieg, H. Moysés; *Curso de Física básica 1 – Mecânica Clássica*, Edgard Blücher, ed. 1, São Paulo, 2001.

³Barroso, Marta F.; Falcão, Eliane B. M; *Evasão universitária: O caso do instituto de Física da UFRJ*. Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/gra/agenda/co12-2.pdf> >. Acesso em: 30 agosto 2014.



⁴Castanho, M. E. et al; *Pedagogia universitária: A aula em foco*, Papyrus, p. 76-81, Campinas, Brasil, 2007.

⁵Nussenzvieg, H. Moysés; *Curso de Física básica 3 – Eletromagnetismo*, Edgard Blücher, ed. 1, São Paulo, 2001.