



## CONSTRUÇÃO DE PROTÓTIPO COMO FATOR MOTIVACIONAL NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM

**Giancarlo de F. Aguiar** – giancarl@up.com.br

Universidade Positivo - UP, Núcleo de Computação Embarcada  
Rua Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300, Campo Comprido  
81280-330 – Curitiba – Paraná

**Valfredo P. Junior** – vpilla@up.com.br

**José C. da Cunha** – cunha@up.com.br

**Jefferson E. Masutti** – jefferson.masutti@up.com.br

**Bárbara de C. X. C. Aguiar** – babi.eg@ufpr.br

Universidade Federal do Paraná - UFPR, Departamento de Expressão Gráfica  
Centro Politécnico, Jardim das Américas  
81531-990 – Curitiba – Paraná

**Volmir E. Wilhelm** – volmirw@gmail.com

**Resumo:** *Este texto ilustra um processo para complementar a graduação de estudantes nas séries iniciais em cursos de engenharia, através da leitura e seleção de um artigo publicado em periódico corrente e complementando sua formação através da pesquisa de conhecimentos teóricos (que neste caso é a utilização de coordenadas cilíndricas) e o desenvolvimento prático (com a construção de um protótipo). Primeiramente, foi realizado o levantamento bibliográfico (seleção e definição do artigo), em seguida, construído um referencial teórico (revisão bibliográfica), e por fim, a construção do protótipo. Trabalhos de pesquisa como este, podem contribuir para a diminuição do índice de evasão escolar nas séries iniciais, pois promove a inclusão da teoria versus prática como princípio motivacional na relação ensino-aprendizagem.*

**Palavras-chave:** *Processo ensino-aprendizagem, Teoria versus prática, Construção de protótipo, Coordenadas cilíndricas.*

### 1. INTRODUÇÃO

Afortunada por suas dimensões e aplicabilidade, a disciplina Cálculo Diferencial e Integral (com seus conceitos e ferramentas) assume uma função essencial em cursos de Matemática, Engenharia, Computação e Ciências afins. Entretanto, o refinamento desses conceitos requer pré-requisitos fundamentais (uma matemática básica apurada) a um estudante de graduação. No entanto, a crescente oferta e aumento do número de vagas em cursos de graduação em nosso país, fez acender uma demanda reprimida de estudantes, que por sua vez, estão alcançando o ingresso no ensino superior com a ausência de conceitos fundamentais (AGUIAR, 2011).

Realização:



Organização:





Os estudantes nas séries iniciais tem se mostrado insuficientemente preparados para as disciplinas de formação básica em cursos de engenharia, o que torna os alunos menos motivados para a conclusão do curso, e podendo assim, contribuir para o elevado índice de evasão universitária.

Este documento objetiva ilustrar como complementar a formação do aluno nas séries iniciais com o desenvolvimento de protótipos, podendo contribuir para a diminuição do índice de evasão escolar, além de favorecer a formação do engenheiro com a construção de um material concreto que alia conhecimentos teóricos e desenvolvimento prático.

Procurando acender a motivação dos estudantes, foi pensado neste trabalho para os estudantes que cursavam a disciplina Cálculo Diferencial e Integral no curso de Engenharia da Computação da Universidade Positivo. O objeto do trabalho é planejar e construir um protótipo simulador de medidas tridimensionais de peças rotativas, utilizando para isto um artigo científico, e os conhecimentos de coordenadas cilíndricas vistos na disciplina de cálculo.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Estimular a confecção de materiais concretos pelos estudantes coloca em evidência o papel do sujeito aprendiz e fortalece-o como ator do processo, permitindo que o mesmo aprenda e consiga atingir seus objetivos, além de dar um novo colorido ao papel do professor (MASSETO, 2009). Aprender segundo (PEREIRA, 2008), é substituir valores, reformular visões de mundo, acrescentar conhecimentos aos modelos da vida social e confrontar com o novo.

Procurando acalorar a motivação dos alunos foi pesquisado e selecionado um artigo científico para que os estudantes pudessem aliar a teoria amplamente discutida em sala de aula (sistema de coordenadas cilíndricas) e desenvolvimento prático através do fazer (iniciar a construção de um protótipo físico similar ao do artigo, para apurar dados). A Figura 1 a seguir ilustra o artigo científico escolhido para o desenvolvimento do estudo e a formulação das ideias para a construção do protótipo.



Figura 1 – Folha do rosto do artigo selecionado.



O artigo relata a importância das máquinas CMM, que são equipamentos desenvolvidos com o intuito de testar uma peça de revolução verificando se a mesma está dentro dos padrões e tolerâncias descritos pelo fabricante. Ela mede toda a peça utilizando coordenadas cilíndricas e tem como objetivo o controle de qualidade (quesito cada vez mais exigido em todos os setores) em peças usinadas como eixos e outros módulos rotativos (Zhang, *et al.*, 2010).

Uma das maiores dificuldades que as máquinas CMM enfrentam, segundo os autores é a dilatação térmica nas peças de prova. Quanto maior a temperatura, maior a dilatação do material. A Figura 2 a seguir ilustra um mapa conceitual (resumo do artigo que os estudantes tiveram de entregar) do artigo escolhido.

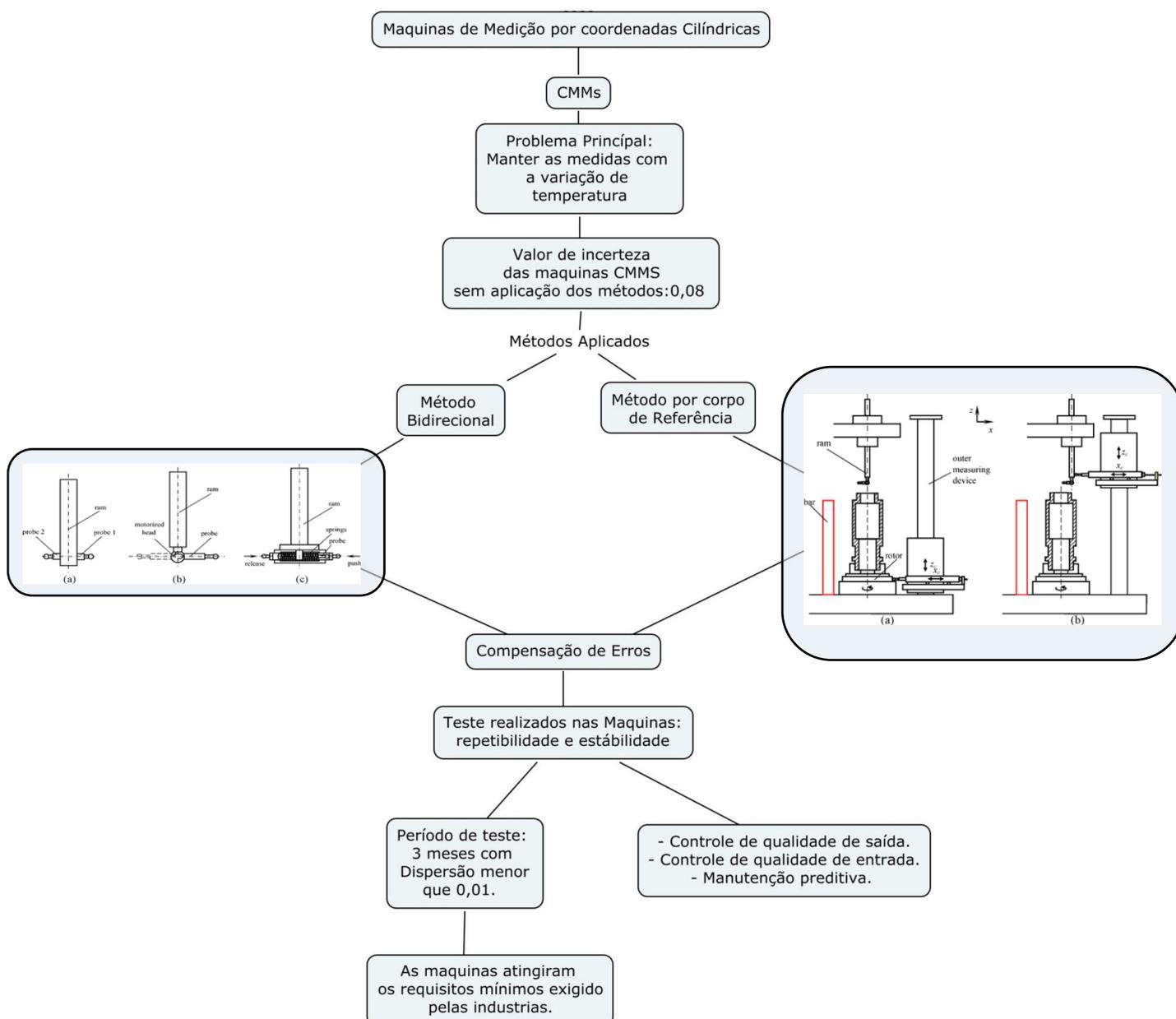


Figura 2 – Mapa conceitual (resumo) do artigo selecionado.



A metodologia deste trabalho foi baseada em: pesquisa científica (seleção do artigo que fizesse uso do sistema de coordenadas cilíndricas), estudo dirigido (consulta a novas referências bibliográficas e desenvolvimento de um mapa conceitual resumo), cronograma de trabalho (confirmação das datas de início e término do trabalho), planejamento e construção do protótipo e recomendação para trabalho futuro (obtenção de resultados e validação dos testes).

O desenvolvimento do projeto utilizou os laboratórios dos cursos de Engenharia da Computação e Mecânica da Universidade Positivo, e o tempo de uso dos laboratórios foi de quatro horas diárias em um período de quatro meses. Priorizou-se a utilização de materiais sucateados do laboratório de Engenharia Mecânica.

O protótipo é baseado na medição bidirecional, ou seja, duas sondas medindo sobre uma mesma reta, mas com direções sensíveis opostas e uma peça tridimensional que vai ser medida e colocada no centro de uma mesa rotativa (rotativa para ter variação angular). Foram utilizadas duas réguas óticas para a obtenção do sinal de retorno a cada movimento rotacional e dois relógios comparadores para visualmente verificar as deformações da peça.

Quando a mesa rotativa girar, a peça será medida dos dois lados ao mesmo tempo, e a utilização das duas réguas óticas compensará a diferença quando há deformações na peça.

A medição bidirecional será baseada no princípio de medição do paquímetro que utiliza os dois lados da peça medindo o diâmetro ao invés do raio. Trata-se de posicionar duas sondas na mesma linha de medição com direções sensíveis opostas visando medir o diâmetro e analisando os dois lados da peça ao mesmo tempo.

### 3. DISCUSSÃO E RESULTADOS

A seguir estão ilustradas as fotos do protótipo desenvolvido por uma das equipes de trabalho. A figura 3 mostra o desenvolvimento do protótipo. Na foto da esquerda podem-se notar as réguas verticais e na foto da direita os carros (roldanas) que se deslocarão nas réguas.



Figura 3 – Réguas verticais (à esquerda) e carros/roldanas (à direita) do protótipo.

Nas figuras 4 e 5 a seguir, estão ilustradas a régua vertical em *zoom* vista de cima e os carros que deslocam os potenciômetros nas réguas do protótipo.

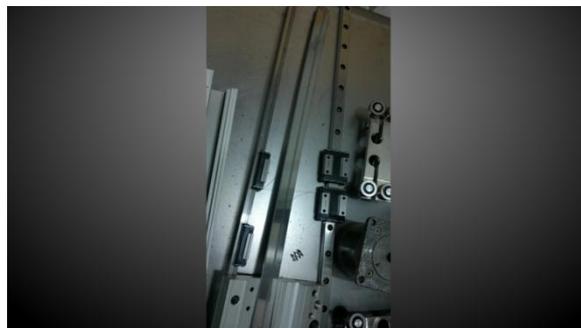


Figura 4 – Régua vertical (à esquerda) vista de cima e atuadores do protótipo (à direita).



Figura 5 – Carro/roldana que desloca os potenciômetros do protótipo.

Na Figura 6, a seguir está ilustrado o micro controlador que está programado com um sistema de ganho proporcional integral derivativo (PID) que executa a função de um *drive* para os motores que deslocam os sensores no sentido vertical e a peça no sentido rotativo.

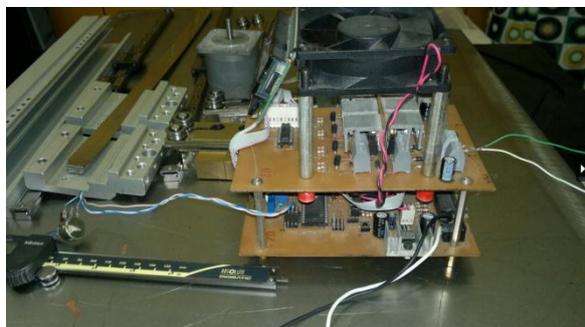


Figura 6 – Micro controlador do protótipo.

E na Figura 7, está ilustrado o protótipo já acabado (foto à esquerda) e a sua apresentação em sala de aula (foto à direita).

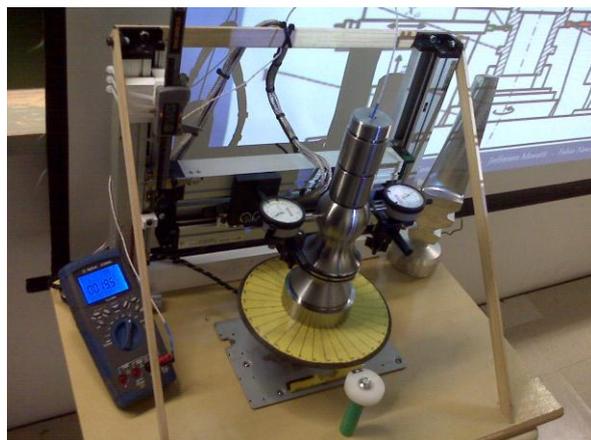


Figura 7 – Protótipo finalizado.

Do ponto de vista técnico, espera-se que após a medição de toda uma peça, uma tabela possa ser gerada com os valores de cada ponto medido pelas réguas óticas. Uma análise mais apurada em cima desses valores pode ser feita para auxiliar no controle de qualidade da peça, ou seja, para afirmar se a peça esta dentro de uma tolerância (variação) de medição estipulada anteriormente.

Com essa tabela também será possível reproduzir em três dimensões, a peça medida, utilizando para isto um software de desenho/projeto, como por exemplo, o Inventor da Autodesk.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho pode contribuir significativamente para o embasamento teórico (pesquisa do tópico selecionado pelo orientador, que neste caso foi o estudo do sistema de coordenadas cilíndricas) quando realizado em conjunto com o desenvolvimento físico (protótipo para medição de peças tridimensionais).

Durante o ano letivo, muitos estudantes se mostravam mais motivados no ensino e aprendizagem de novos conteúdos.

O desenvolvimento do protótipo culminou em uma grande rede de grupos de estudo para a sua incubação, o que aproximou ainda mais os estudantes entre si.

Dadas às condições motivação e interação, foi construído um processo ensino-aprendizagem que pode gerar resultados mais significativos aos alunos.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, G. F; AGUIAR, B. C. X. C. Volumes por sólidos de revolução com a utilização de projetos de engenharia – **Anais: II Congresso Nacional de Educação Matemática**. Ijuí: UNIJUÍ, 2011.



MASSETO, M. T. **Atividades pedagógicas no cotidiano da sala de aula universitária: reflexões e sugestões práticas.** Disponível em: <[http://www.escoladavida.eng.br/anutacaopu/Formacao%20de%20Professores/modulo\\_6.ht](http://www.escoladavida.eng.br/anutacaopu/Formacao%20de%20Professores/modulo_6.ht)> Acesso em: 14/02/2011.

PEREIRA, L.T.V; BAZZO, W.A. Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e Comportamentos - **Anais: XXXVI** - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. São Paulo; POLI-USP Instituto Mauá ,2008.

ZHANG, G. X., ZHANG, H. Y., GUO, J.B., LI, X. H., QIU, Z. R., LIU, S. G. Error Compensation of Cylindrical Coordinate Measuring Machines. **CIRP Analls, Manufacturing Technology**, ed. 59, pág. 501-504, 2010.

## **CONSTRUCTION OF PROTOTYPE AS MOTIVATIONAL FACTOR IN THE LEARNING-TEACHING PROCESS**

**Abstract:** *This text illustrates a process to complement the formation of first-year undergraduate students in an engineering program. The objective of this process is to complement the formation of the students through the research of theoretical knowledge (in this case, the use of cylindrical coordinates) and the practice (building a prototype). First, it was requested to the students a literature review (and paper selection); second, the students had to establish the theoretical foundations (to prepare a literature review); finally, they must build a prototype. Beyond to complement the formation of these students, it is also expected that this kind of research work could help to reduce the evasion in the first-year of engineering programs, because it promotes the inclusion of theory versus practice as a motivational principle in the learning-teaching process.*

**Key-words:** *learning-teaching process, theory versus practice, prototype construction, cylindrical coordinates.*