

# A metodologia de concepção de sistemas mecatrônicos no graduação tecnológica em Automação Industrial do CEFET-SC

**Mário Lucio Roloff**

Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina  
Departamento Acadêmico de Metal-Mecânica  
Av. Mauro Ramos, 950, CENTRO, 88020-030, Florianópolis, SC  
E-mail: rolloff@cefetsc.edu.br

**Silvana Rosa Lisboa de Sá**

Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina  
Departamento Acadêmico de Metal-Mecânica  
Av. Mauro Ramos, 950, CENTRO, 88020-030, Florianópolis, SC  
E-mail: srlisboa@cefetsc.edu.br

**Daniela Águida Bento**

Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina  
Departamento Acadêmico de Metal-Mecânica  
Av. Mauro Ramos, 950, CENTRO, 88020-030, Florianópolis, SC  
E-mail: dbento@cefetsc.edu.br

**Resumo:** A proposta deste artigo é apresentar o modelo de ensino, pesquisa e extensão de forma integrada que é implantado na graduação tecnológica em Automação Industrial do CEFET-SC. Especificamente, discute-se o projeto integrador no quarto semestre do curso, onde ocorre a pesquisa e o desenvolvimento de sistemas mecatrônicos. Os sistemas mecatrônicos são resultado da integração das várias áreas temáticas que envolvem a Automação Industrial, em especial, com concentração na pesquisa e desenvolvimento de projetos mecânicos e eletrônicos integrados pela informática. A integração da tecnologia da mecatrônica com o ensino por competências e a integralização das competências na unidade curricular (disciplina) do Projeto Integrador proporcionam o diferencial alcançado nesta graduação tecnológica.

**Palavras Chave:** ensino, pesquisa, extensão, indissociabilidade, mecatrônica

## 1. Introdução

A mecatrônica é a área da engenharia que concentra a pesquisa e desenvolvimento de sistemas mecânicos acionados por dispositivos eletrônicos e controlados por um software (informática) que pode se comunicar com outros dispositivos mecatrônicos ou não.

O objetivo deste artigo é apresentar como o modelo da indissociabilidade do ensino, da pesquisa e da extensão é implantado neste módulo do curso e quais são os resultados das experiências até o momento. Objetiva-se também disponibilizar este conhecimento para a comunidade e receber críticas e sugestões para a melhoria gradativa deste modelo.

## 2. A Mecatrônica no curso de Automação Industrial

A mecatrônica é abordada no módulo IV da graduação tecnológica em Automação Industrial. É o primeiro contato dos acadêmicos com a tecnologia que fará parte das unidades curriculares da fase profissionalizante do curso.

Este módulo possui como competência primordial correlacionar os conhecimentos e habilidades adquiridos ao longo do módulo no desenvolvimento de um sistema mecatrônico (PPC, 2006). Este módulo caracteriza-se como o primeiro onde a integração da mecânica com a eletro-eletrônica e a informática ocorre. Porém, neste módulo, maior destaque é dado ao desenvolvimento das habilidades em mecânica e eletro-eletrônica o que

caracteriza o estudo da mecatrônica. Não se exclui a informática na mecatrônica, porém a sua participação torna-se inferior as outras duas grandes áreas do conhecimento.

Ao longo do módulo são desenvolvidas as seguintes competências (PPC, 2006):

- conhecer os princípios e aplicações da eletrônica digital e o funcionamento de sistemas microprocessados;
- projetar circuitos digitais e especificar componentes eletrônicos e desenvolver programas para microprocessadores, ambas competências na unidade curricular de Sistemas Digitais;
- conhecer e avaliar recursos de informática e ferramentas de CAD para o projeto de sistemas mecânicos e mecatrônicos, na unidade de Modelagem CAD;
- já em Sistemas Mecânicos, busca-se conhecer os diversos tipos de solicitações mecânicas e os tipos de elementos de máquinas e suas aplicações nos vários tipos de mecanismos empregados em sistemas automatizados;
- e, finalmente em Automação da Soldagem, conhecer os princípios funcionais e as características tecnológicas dos processos de soldagem e da sua automação.

O módulo IV oportuniza fortemente o desenvolvimento do Projeto Integrador (PI) de forma que promova a indissociabilidade do ensino, da pesquisa e da extensão. Isto ocorre de forma que alguns dos PIs desenvolvidos são demandas internas da instituição ou da comunidade interna (por exemplo, Máquina de Limpeza de Bicos Injetores), já outros são demandas da comunidade externa tanto na área da pesquisa (Sistema de Controle Microprocessado para um Gerador Eólico) como da extensão (Maquete de um Sistema Flexível de Manufatura).

### 3. Metodologia

O processo de desenvolvimento de produtos nos projetos integradores posteriores ao Módulo II, no curso de Automação Industrial do CEFET-SC, acontece seguindo as premissas da unidade curricular de Metodologia de Projetos (Módulo III).

Assim como nos projetos integradores dos módulos fundamentais do curso (Módulo I e II – Projeto Técnico-científico) aqui também se utiliza um conjunto de documentos e formulários auxiliares para o desenvolvimento do projeto e avaliação dos mesmos (Projeto de Produto).

Um produto industrial é um artefato desenvolvido por projetistas para satisfazer necessidades humanas, ou seja, as pessoas compram um produto porque ele lhes satisfará em relação a alguma necessidade. Por exemplo, uma pessoa que compra um lanche, deseja se alimentar; alguém que compra um alarme para casa ou para o carro deseja tornar seus bens mais seguros contra furtos. Então todo produto nasce para satisfazer alguma necessidade

que as pessoas possuem, sendo que quanto mais pessoas tiverem a mesma necessidade, maior será o mercado deste produto.

Dentro deste contexto, os PIs do módulo IV seguem um roteiro para desenvolver um produto que é dividido em 10 etapas:

- Etapa 1: Descrição do Produto
- Etapa 2: Elaborar a Lista de Requisitos do Produto
- Etapa 3: Transformar os Requisitos em Especificações do Produto
- Etapa 4: Dividir o Produto em Partes
- Etapa 5: Buscar Alternativas para Cada Parte do Produto
- Etapa 6: Selecionar as Alternativas Encontradas
- Etapa 7: Gerar um Esboço do Produto Completo
- Etapa 8: Listar, Desenhar e Especificar Todas as Partes do Produto
- Etapa 9: Desenhar o Produto Completo
- Etapa 10: Escrever um Relatório do Desenvolvimento do Produto

Não é o intuito do artigo discutir o processo de desenvolvimento de produto, para este tema recomenda-se o livro de BAXTER (2000).

### 4. Ensino, Pesquisa e Extensão

Para o desenvolvimento do projeto integrador IV (PI4) optou-se pela abordagem da indissociabilidade do ensino, da pesquisa e da extensão.

Existem fatores filosóficos envolvidos nesta abordagem, como o modelo pedagógico do curso por competências que privilegia esta abordagem (DURAND, 1998 e DURAND, 1999). O modelo de educação tecnológica do CEFET-SC que prima pela pesquisa e desenvolvimento aplicado (ODP, 2005 e PPI, 2006). E também existem fatores sistêmicos, como o elevado custo dos projetos integradores deste módulo. Normalmente, os PIs são a pesquisa, o projeto e a concepção de máquinas automáticas ou semi-automáticas. Os investimentos no projeto mecânico e eletro-eletrônico são altos comparados com outros PIs, e isto inviabiliza o emprego dos recursos da instituição próprios para esta finalidade.

Diante deste cenário optou-se pelo seguinte modelo de atuação (Figura 1).

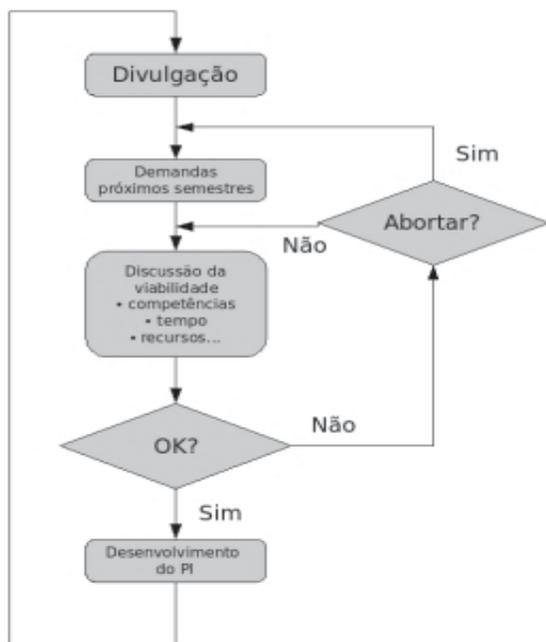


Figura 1. Fluxograma do PI4.

Neste modelo a cada semestre projeta-se as demandas de PIs para o semestre futuro, em alguns casos, até com dois semestres de antecedência. O professor articulador do módulo divulga os resultados dos projetos anteriores na comunidade interna e externa e apresenta a disponibilidade para novos projetos. Normalmente, a comunidade interna propõe alguns projetos e/ou apresenta esta viabilidade de parceria com contatos externos. Diante do interesse, o professor articulador e o parceiro discutem a viabilidade técnico-econômica do projeto dentro dos requisitos de tempo e conhecimentos a serem desenvolvidos no módulo. É importante salientar, que os projetos são desenvolvidos somente quando possuem afinidade com as competências do módulo, caso contrário, são direcionados para outro módulo, ou realizados pelo grupo de pesquisa, ou até mesmo, não realizados.

## 5. Projetos Desenvolvidos

No biênio 2006-2007 foram desenvolvidos 10 projetos integradores pelos acadêmicos do curso sob orientação dos professores.

No primeiro semestre de 2006 (Calendário acadêmico 2005/2 do CEFET-SC) foram desenvolvidos projetos com base em mesas de coordenadas XY que foram doadas por um empresa da região para o curso (a princípio, as mesas seriam descartadas).

Um dos projetos foi de um sistema mecatrônico para corte de vidro (Figura 2): cujo objetivo foi a construção de uma máquina automática para corte de vidros. O operador alimentaria a matéria-prima e também escolheria a(s) forma(s) desejada(s) e a máquina realiza o corte.

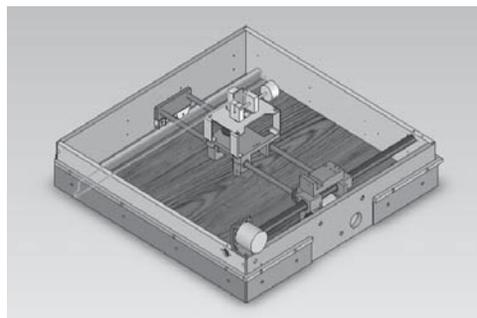


Figura 2. Projeto Corte de Vidro.

Outro foi o projeto de uma mesa para confecção de placas de circuito impresso utilizando comunicação USB e plataforma PIC (Figura 3), cuja finalidade foi a inovação incremental do processo de comunicação via USB e também utilizar o processo de remoção de tinta da chapa metálica para posterior corrosão. Normalmente as máquinas realizam a remoção de material da placa para confeccionar as trilhas e neste processo retira-se a tinta e mantém-se o cobre.

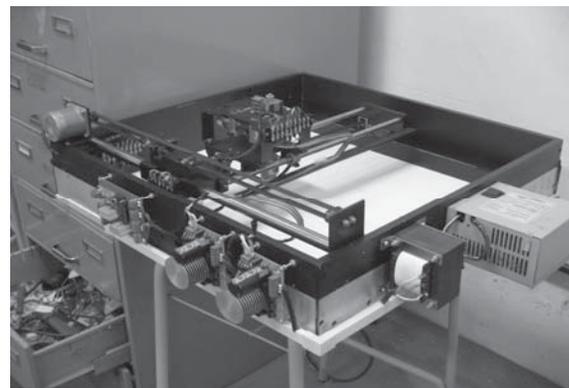


Figura 3. Plotter USB.

O projeto de um sistema mecatrônico de corte para construção de mosaicos (Figura 4) foi uma alternativa ao processo de corte de vidro, este processo também automatiza o processo de quebra/corte de cerâmicas para a construção de mosaicos.

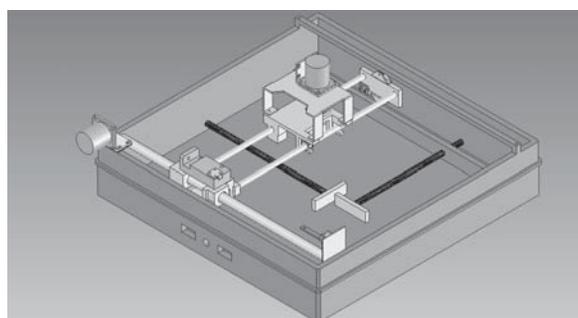


Figura 4. Projeto Corte Mosaicos

Já o projeto para a atualização do robô soldador – RoboSolda II (Figura 5) resultou na melhoria de um projeto anterior para a concepção de um robô soldador. Neste projeto, estruturou-se uma nova concepção mecânica para o manipulador afim de garantir robustez e melhorar a qualidade da solda.

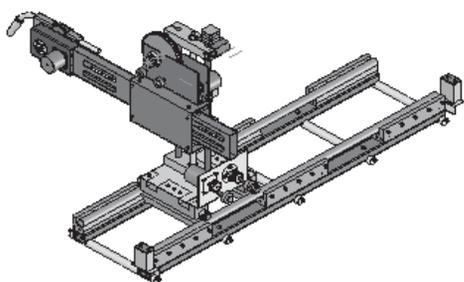


Figura 5. Projeto do RoboSolda II.

Outro PI, foi a concepção de um sistema mecatrônico para tampografia (Figura 6), neste projeto estudou-se o processo de tampografia com o interesse de uma empresa da região que possui o processo. Neste PI projetou-se um equipamento compacto e portátil para o processo para demandas de pequena escala ou produção flexível.

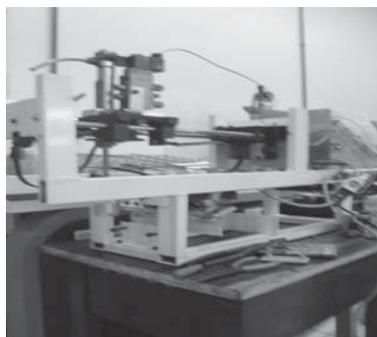


Figura 6. Tampografia.

Já no segundo semestre de 2006 buscou-se pelas parcerias com a comunidade externa. Dois projetos foram desenvolvidos: robô manipulador de 5 eixos (Figura 7), que este é o modelo de um projeto mecatrônico. O robô é considerado o exemplo de um sistema automático e de um equipamento que envolve todos os conhecimentos da Automação Industrial. Neste projeto, como é característica deste módulo, o esforço ocorreu na concepção mecânica e eletro-eletrônica, a informática entrará no futuro com o sistema de controle, acionamento e supervisão. Este projeto foi concluído graças ao apoio financeiro do investimento do outro projeto; e, a Maquete de um Sistema Flexível de Manufatura (Figura 8), que pode ser considerado um modelo de ensino, pesquisa e extensão proposto. O projeto foi financiado para suprir a demanda de um cliente externo. O objetivo do projeto foi desenvolver um sistema didático que simula uma célula flexível de manufatura. Desta forma, o usuário desenvolve as competências de programação de um célula, planejamento de produção e automação de processo.

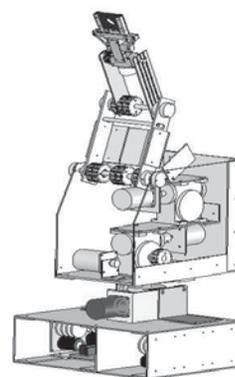


Figura 7. Robo de 5 eixos.



Figura 8. Célula Flexível de Manufatura.

Por fim, o primeiro semestre de 2007 destaca-se no desenvolvimento de projetos para atender as demandas internas (professores) do CEFET-SC. O projetos em desenvolvimento neste semestre são: a máquina para limpeza de bicos que possui como objetivo a pesquisa e o desenvolvimento de uma máquina portátil para a verificação de bicos injetores de automóveis. Este projeto é uma demanda de um professor da área de automobilística do CEFET-SC e foi financiado por ele; o Sistema de Controle para Gerador Eólico para atender as demandas internas do CEFET-SC. O sistema tem como objetivo controlar um parque de geradores eólicos tendo como referência um único sistema de medição da velocidade e direção do vento. Atualmente, cada gerador possui um sistema acoplado, mas em um parque de geradores, isto não é necessário. A meta do professor é divulgar a solução para a comunidade externa e trabalhar a questão de energias renováveis; e a Mini-célula de fabricação que com base nos projetos anteriores (Mesa USB e Robô) optou-se pela integração desses dois projetos em um que apresenta o conceito de integração da produção. As máquinas, alimentador, esteira, mesa, robô e sistema de inspeção trabalharão em cooperação para a execução de tarefas.

## 6. Resultados

Diante do posto, pode-se apontar como resultados do módulo IV do curso de graduação tecnológica em Automação Industrial no biênio 2006 e 2007 (Semestres 2005/02, 2006/01 e 2006/02: 7 projetos integradores

desenvolvidos; 3 projetos em desenvolvimento; 1 projeto para atender a comunidade interna; 2 projetos em parceria com a comunidade externa; desses projetos, 1 foi publicado em evento científico nacional e 2 foram submetidos para publicação e aguardam resultado.

## 7. Conclusão

Conclui-se este artigo com algumas considerações sobre a experiência da metodologia de desenvolvimento dos projetos integrados dentro do módulo de Mecatrônica no contexto da graduação tecnológica em Automação Industrial.

Um primeiro aspecto são os resultados animadores proporcionados pela metodologia. Os PIs apresentam contribuições nas mais variadas formas. Pode ser na publicação de um artigo científico, ou na transferência da tecnologia para a comunidade externa ou então na transferência de conhecimento e/ou melhoria das condições de ensino e pesquisa na comunidade interna.

Outro ponto que merece destaque, que é consenso dos autores que esta metodologia exige um grau de comprometimento do corpo docente e uma boa articulação pois os desafios são constantes e a busca por alternativas viáveis também.

Conclui-se que o modelo implantado no módulo de Mecatrônica do curso de Automação Industrial é viável e um ótimo modelo do ensino por competências. Onde a correlação entre as competências e as habilidades desenvolvidas nas unidades curriculares (disciplinas) acontece efetivamente.

Diante do posto, busca-se por meio deste artigo e das demais publicações do curso incentivar o ensino por competências, a graduação tecnológica e principalmente a pesquisa aplicada para soluções tecnológicas e melhoria do nível de automação da comunidade interna e sobretudo externa. Desta forma, o CEFET-SC cumpre o seu compromisso de formação de uma mão-de-obra que atenda as demandas da sociedade e promova a pesquisa e a transferência da tecnologia para a sociedade.

## 8. Referências

BAXTER, Mike. Projeto de Produto. Guia prático para design de novos produtos. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

DURAND, Thomas. Forms of incompetence. In: Fourth International Conference on Competence-Based Management. Oslo: Norwegian School of Management, 1998.

\_\_\_\_\_. L'alchimie de la competence. Revue Française de Gestion (à paraître), 1999.

ODP – CEFET/SC – Organização Didático-Pedagógica do do Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina

– CEFET/SC, 2005.

PPC – CSTAI – CEFET/SC - Proposta de criação do Curso Superior de Tecnologia em Automação

Industrial do Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina – CEFET/SC, 2006.

PPI – Projeto Pedagógico Institucional do Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina – CEFET/SC, 2006.

### Responsabilidade de autoria

As informações contidas neste artigo são de inteira responsabilidade de seus autores. As opiniões nele emitidas não representam, necessariamente, pontos de vista da Instituição e/ou do Conselho Editorial.