

# INSTRUMENTAÇÃO: UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA NA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Milton A. Zaro\*  
Ildon G. Borchardt\*\*

ZARO, Milton A.; BORCHARDT, Ildon G. Instrumentação: uma experiência didática na Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 4(1): 60-62, 1.º sem. 1985.

Relata-se a implantação da disciplina de Instrumentação nos cursos de Engenharia Mecânica e Metalúrgica da UFRGS. Esta disciplina foi inicialmente criada para o Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Energia, Metalurgia e Materiais. Após vários anos de testes e adaptações, foi implantada nos cursos de graduação.

Instrumentação. Ensino de instrumentação. Currículo de Engenharia Mecânica e Engenharia Metalúrgica.

ZARO, Milton A.; BORCHARDT, Ildon G. Instrumentation: a teaching experience at the School of Engineering of the UFRGS. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 4(1): 60-62, 1.º sem. 1985.

The introduction of a course in Instrumentation in the Mechanical and Metallurgical Engineering Departments of UFRGS is reported. The course was initially created for a Graduated Program in Engineering. After several years of testing and adaptation, it was introduced in the undergraduated program.

Instrumentation. Teaching of instrumentation. Mechanical Engineering and Metallurgical Engineering curricula.

## 1 INTRODUÇÃO

### Histórico

Em 1974 implantou-se na Escola de Engenharia da UFRGS o Programa do Pós-Graduação em Engenharia da Energia, Metalurgia e Materiais (PPGEEMM), a nível de mestrado. Este Programa, desde sua criação, sempre aceitou alunos de diferentes formações, tais como engenheiros mecânicos, metalúrgicos, físicos, químicos, etc... Esta matéria-prima diversificada deve ser educada numa formação científica com enfoque em materiais. Como premissa do Programa todo o trabalho de Tese deve envolver algum experimento de laboratório. Para atingir estes objetivos, foi introduzida em 1975, a disciplina de Instrumentação, em caráter obrigatório, pelo Prof. Dr. Ildon Guilherme Borchardt. Esta disciplina tem filosofia e objetivos semelhantes à disciplina de Técnicas Fundamentais de Laboratório, ministrada antes desta data em

nível de pós-graduação, no Departamento de Física e Química do ITA.

Visto que esta disciplina preencheu as necessidades para o aluno de pós-graduação, a mesma foi incorporada aos cursos de graduação de Engenharia Mecânica (1980) e Metalúrgica (1981), com currículo diferenciado mas muitos tópicos comuns, atendendo-se naturalmente o enfoque. A Engenharia Mecânica montou um laboratório que é de uso comum ao Departamento de Engenharia Mecânica (DEMEC), Departamento de Engenharia Metalúrgica (DEMET) e PPGEEMM. Cada grupo contribui com uma parte do equipamento utilizado nos cursos, bem como com o corpo docente que ministra estes cursos.

O laboratório de Instrumentação está fisicamente ligado ao de Ensaio Mecânicos que é também de uso comum, e, devido à realização de pesquisas, trabalhos de tese e atendimento às indústrias, formou-se o "Núcleo de Instrumentação", envolvendo estes dois laboratórios e as pessoas a eles ligadas. O grupo ligado à Instrumentação, entre outros aspectos, preocupa-se com a construção de dispositivos, equipamentos e material didático.

\* Departamento de Engenharia Mecânica - UFRGS

\*\* Departamento de Engenharia Metalúrgica - UFRGS

### Por que um curso de Instrumentação?

Observa-se, de um modo geral, que as universidades brasileiras formam um profissional que às vezes tem sólida base teórica e sempre tem conhecimentos experimentais altamente deficientes. Isto ocorre por uma série de motivos, entre os quais pode-se citar:

- deficiência do instrutor, que não se aprimora, não faz pesquisa e não dá ênfase a conceitos de física e matemática elementares;
- falta de laboratórios adequados;
- falta de uma mentalidade técnica, onde o trabalho experimental é sempre relegado a um segundo plano.

Assim, este curso foi implantado com o objetivo principal de mudar a mentalidade existente. Tenta-se inculcar a metodologia de uma medição desde o projeto do experimento até a análise dos dados obtidos.

Outro aspecto relevante é a possibilidade do aluno acompanhar os trabalhos de pesquisa que se desenvolvem no laboratório, como por exemplo, trabalhos de laminação, trefilação, forjamento, medições de temperatura, pressão, deslocamento, nível, gradientes térmicos, resistividade, construção de sensores à base de "strain gages" e outros, bem como acompanhar as pesquisas desenvolvidas pelos alunos de pós-graduação (mestrado) e pelos alunos de graduação que realizam pequenos projetos com bolsas de iniciação científica, concedidas pelo CNPq.

## 2 O CONTEÚDO DO CURSO DE INSTRUMENTAÇÃO

Uma vez que a população a ser atingida é constituída de pessoas de formação diversas, principalmente por engenheiros mecânicos e metalúrgicos, a ênfase desta disciplina é voltada basicamente aos sensores de deslocamento, temperatura, pressão, etc. Procura-se explorar os aspectos físicos que envolvem os transdutores, sobretudo, os elementos sensores primários onde se processa a primeira transformação de natureza física da informação; daí por exemplo, a necessidade de se conhecer com mais clareza as leis termoelétricas e os princípios da extensometria.

A Tabela 1 fornece um exemplo da programação desta disciplina distribuída ao longo de treze semanas. A carga horária é de três horas semanais. Deve-se acrescentar mais três períodos de três horas para os testes de avaliação. Este exemplo

refere-se ao conteúdo da disciplina ministrada no 1.º semestre de 1983, para os alunos do curso de engenharia mecânica.

TABELA 1  
Exemplo de um programa da disciplina de instrumentação

SEMANA	CONTEÚDO
01	Teoria de erros, imprecisões, propagação de imprecisões, tratamento de dados, projeto de experimentos, etc...
02	Instrumentos de medidas elétricas: voltímetro, amperímetro ohmímetro, resistência interna, aferição, velocidade de resposta, etc...
03	Estudo de um gerador: rendimento, transferência de energia, de corrente, de tensão. Ponte de Wheatstone de comparação: determinação de resistência elétrica por "comparação".
04	"Strain gages I" - princípio de operação, aplicações, fator gage, colagem, influência da temperatura, etc...
05	"Strain gages II" - ponte de desbalanceamento, medida de deformação, força, deslocamento, pressão, módulo de elasticidade, princípio de construção de uma balança digital, etc...
06	Termopares
07	Registradores: potenciométricos, galvanométricos, etc...; obtenção de curvas de resfriamento determinação de "constante de relaxação, etc..."
08	Pirômetro ótico, pirômetro de radiação total, termistores
09	Medida de pressão: manômetro de Bourdon, coluna de líquido, diafragma, à base de Strain gages, calibrador de pesos mortos.
10	Osciloscópio: princípio de funcionamento, fontes retificadoras, filtragem, usos relacionados com mecânica vibratória e ensaios mecânicos (impacto).
11	Construção dos diagramas de equilíbrio através de curvas de resfriamento, a partir da fundição de diversas ligas.
12	Ensaio de tração instrumentado: uso de registrador X-Y, pontes, sistema indutivo, sensor de deformação à base de Strain gages.
13	Ensaio de impacto instrumentado: uso de osciloscópio, célula de carga piezoelétrica, célula fotoelétrica, máquina fotográfica, termopares, nitrogênio líquido (para temperaturas baixas).

É importante salientar que a disciplina Instrumentação é ministrada de um modo não convencional; algumas aulas são totalmente práticas (o aluno praticamente realiza todo o trabalho) e outras são teórica-demonstrativas (o professor expõe teoricamente o assunto e paralelamente vai realizando experimentos demonstrativos).

Exige-se do aluno um caderno de laboratório no qual ele faz todas as anotações referentes às exigências bem como o relatório final do experimento. O relatório é feito simultâneo à aula. Este caderno não é retirado do laboratório, sendo que, se necessário, o aluno o consulta, em horários diversos uma vez que o laboratório está ao seu dispor. Para os alunos de pós-graduação é exigido um trabalho complementar, orientado pelo professor da disciplina.

### 3 PESSOAL, ATIVIDADES, INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS.

#### Pessoal Técnico-Científico

Atualmente o grupo é constituído de 5 professores pesquisadores, 2 técnicos, 3 bolsistas de pós-graduação e 11 bolsistas de iniciação científica.

#### Cursos realizados (não regulares)

Entre os principais cursos não regulares e já ministrados pelo pessoal do grupo, pode-se destacar:

- Termometria termoeétrica - Termopares; UFRGS (dez/77).
- Ensaio Mecânicos - UFRGS (jul/79).
- Projetos de Células de carga à base de Strain Gages, Balanças Ferrando S.A., PA, (jun/80)
- Termopares e Strain Gages - UFPb (jul/81).
- Extensômetros Elétricos - Panambra S/A (out/81).
- Extensômetros Elétricos - Fundatec (dez/81).
- Extensômetros Elétricos - Fundatec (out/83).

#### Publicações Didáticas

Entre as publicações didáticas, destacam-se:

- BORCHARDT, I.G. e GOMES, A.F. - "Termometria Termoeétrica, Termopares" - livro com 80 páginas - Sagra, Porto Alegre (1979).
- BORCHARDT, I.G. e ZARO, M.A. - "Instrumentação: guia de aulas práticas" - livro com 103 páginas - UFRGS, Porto Alegre (1982).
- BORCHARDT, I.G. e ZARO, M.A. - "Extensômetros de Resistência Elétrica" - livro com 69 páginas - UFRGS, Porto Alegre (1982).
- ZARO, M.A.; BORCHARDT, I.G. e MORAES, J. - "Experimentos de Física Básica" - livro com 151 páginas - Sagra - Porto Alegre (1982).

#### Serviços à Comunidade

O Laboratório presta diversos serviços à Comunidade, principalmente à indústria mecânica-metalúrgica através da realização de ensaios e testes.

#### Instalações e Equipamentos

O Laboratório de Instrumentação conta com uma área de aproximadamente 200 m<sup>2</sup> pertencentes aos Departamentos de Engenharia Mecânica e Metalúrgica.

A Foto 1 mostra vista parcial do Laboratório de Ensaio Mecânicos.

A Foto 2 mostra a análise de um ciclo térmico durante operação de soldagem (laboratório soldagem).

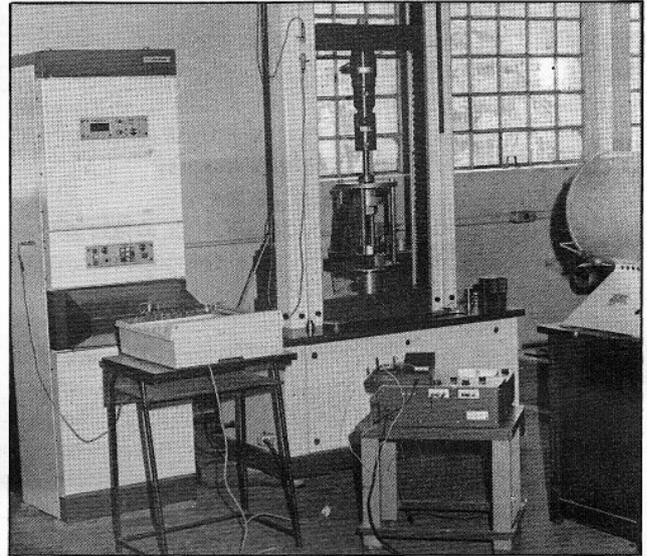


Figura 1 - Vista parcial do Laboratório de Ensaio Mecânicos: Equipamento montado para a realização de ensaio instrumentado.

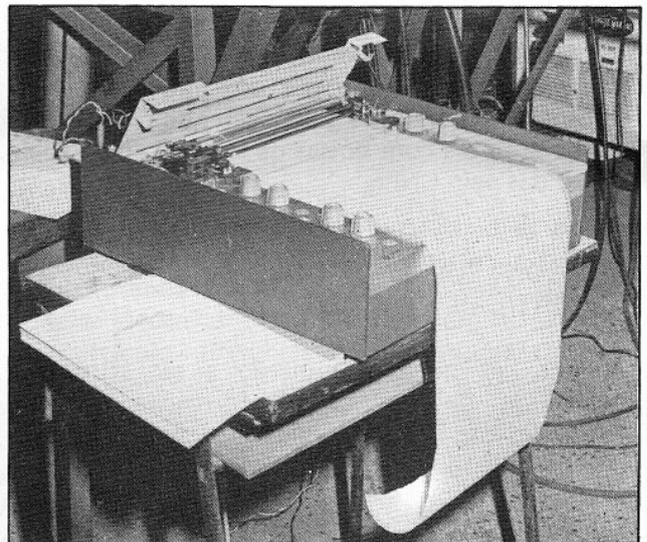


Figura 2 - Laboratório de Soldagem: Ciclo Térmico.

### 4 PERSPECTIVAS

As atividades do grupo serão incrementadas com a ampliação e modernização dos laboratórios existentes. Vários projetos foram encaminhados a órgãos financiadores. Pretende-se montar um laboratório completo de Termometria e Extensometria, destinados a trabalhos de aferições, apoio às pesquisas e produção de material didático.