

O C.S.T. em Automação Industrial: Considerações sobre Estrutura Modular e Grade Curricular

Wilton Ney do Amaral Pereira¹

Depto. Enga. Elétrica, Universidade de Taubaté

Marcelo Pinheiro Werneck²

Faculdade Comunitária de Taubaté

Giuliani Paulineli Garbi³

Carlos Rivera Ferreira⁴

Triunfus Sol. Educacionais Integradas

wilton.pereira@uol.com.br

mpwerneck@itelefonica.com.br

giulianigarbi@yahoo.com.br

rivera@triunfus.com.br

,

Resumo: O artigo apresenta considerações sobre objetivos, características acadêmicas e organização curricular do Curso Superior de Tecnologia (C.S.T.) em Automação Industrial. Dentro das diretrizes do MEC para os C.S.T., busca-se identificar as diferenças na formação e na atuação do tecnólogo em relação ao bacharel em engenharia. Na própria organização didático-pedagógica dos C.S.T., preferencialmente modular e definida por competências e habilidades, evidencia-se essa preocupação com as necessidades imediatas do mercado de trabalho, algo bem diferente das estruturas mais tradicionais e acadêmicas dos bacharelados em engenharia. É apresentada uma sugestão sobre a organização curricular de um CST em Automação Industrial.

Palavras-Chave: automação, indústria, tecnólogo, controle.

The T.C.C. Industrial Automation: Thoughts about Modular Structure and Curricular Schedule

Abstract: The paper brings out some thoughts about the Industrial Automation Technology College Course (TCC) destinations, academic features and curricular organization. Concerning the MEC directives to the TCC, searching to recognize the formation and the actuation differences of the technologist in relation to the engineer graduated. In the TCC didactic-pedagogical organization itself, preferentially modular and delimited by qualifications and skills, makes this worry clear with the labor market immediate needs, something really unlike of the most traditional and academic engineering course structures. Some proposition about Industrial Automation TCC curricular organization is presented.

Keywords: automation, industry, technologist, control.

1. Introdução

A evolução da economia mundial dos últimos sessenta anos, em função da vertiginosa revolução tecnológica do século XX, transformou o mundo do trabalho e a sociedade. O planejamento educacional brasileiro tenta acompanhar, com algum atraso, os caminhos escolhidos pelas nações mais industrializadas. Há décadas que essa discussão empolga o meio acadêmico nacional. Nas engenharias, área fortemente vinculada ao conhecimento tecnológico, por exemplo, tem ocorrido uma longa e instigante discussão sobre a formação a ser oferecida aos seus alunos (SOUZA, 1997).

É necessário e urgente orientar as entidades de ensino para compor seu modelo educacional baseado em projetos pedagógicos capazes de sobreviver em cenários sob constante transformação (BILITARDO, 1994). O grande desafio para as escolas que atuam nas áreas tecnológicas é o de reformar suas práticas tradicionais de ensino para abordagens aderentes às transformações do mundo corporativo, dos grandes aglomerados industriais e da economia globalizada, quebrando paradigmas de uma realidade que já se foi. Estas devem redirecionar suas práticas pedagógicas, visando a perspectivas mais amplas, libertar-se do antigo academicismo, buscar sintonia com a realidade nacional e assumir o compromisso de formar cidadãos capazes de enfrentar os grandes desafios do século XXI (DANTAS, 1993).

Entre as mudanças que já estão ocorrendo, o ensino na área tecnológica, quer nas engenharias, quer nos cursos superiores de tecnologia (CST) da área industrial, em função das novas competências a serem desenvolvidas nos futuros profissionais, sofrerá alterações significativas nos procedimentos pedagógicos, atitudes e métodos, com profundos reflexos em toda a coletividade acadêmica: diretores, administradores, funcionários em geral e, principalmente, professores e alunos. As instituições de ensino tecnológico deverão se ocupar, cada vez mais, da avaliação crítica do seu modelo educacional e da busca de novos caminhos por meio de seu planejamento educacional (PRODENGE, 1995).

No caso dos CST na área industrial, há necessidade de se graduar profissionais com excelência em especialidades que sejam sintonizadas com o mercado de trabalho, uma abordagem diferente dos bacharelados em engenharia, que buscam formação mais abrangente e devem evitar especializações acentuadas, embora também devam sempre acompanhar a evolução do conhecimento no mundo tecnológico. A crescente multiplicidade de atividades exercidas pelo engenheiro desaconselha especializações que conduzam a estruturas curriculares excessivamente focalizadas (PRODENGE, 1997).

O tecnólogo da área industrial, entretanto, em sua origem, baseada na Lei 9.394/1996, que estabeleceu as Diretrizes e Bases da Educação Nacional, deve receber formação bastante especializada, pois atuará em segmento bem estabelecido no meio produtivo. A própria preferência, no projeto pedagógico, em definir unidades curriculares por competências, habilidades e bases tecnológicas já indica abordagem diferenciada do padrão usualmente empregado nas engenharias, nos objetivos e nas ementas.

Deve-se adotar a estratégia de preparar intelectualmente o aluno para enfrentar desafios, acostumar-se ao turbilhão das inovações tecnológicas, dotando-lhe de espírito de pesquisa e iniciativa para buscar soluções criativas para novos problemas.

1.1. CST em Automação Industrial

O desenvolvimento da microeletrônica deu origem a novas concepções de processos produtivos industriais, alterando significativamente o emprego dos recursos humanos e materiais na execução, organização e controle da produção. Como resultado da introdução de novas tecnologias e de novas formas de sistematização, a Automação Industrial surgiu para ampliar a produtividade, reduzir custos e certificar a qualidade em indústrias das diversas atividades.

Nesse contexto, as indústrias brasileiras, visando aumentar sua competitividade dentro do mercado interno e externo, vêm substituindo equipamentos e sistemas, operados por um número significativo de funcionários, por outros totalmente automatizados. Esse processo promove a crescente adoção de implementos decorrentes da tecnologia microeletrônica, como microcomputadores, máquinas robotizadas, controladores lógicos programáveis e sistemas supervisórios de controle. Com a aplicação desses recursos, os equipamentos tornam-se flexíveis, pois o comando encontra-se externo à máquina, ou seja, no *software*, admitindo programação ajustável à finalidade, o que permite atender à crescente diversificação do mercado. Em contrapartida, têm-se ampliado as possibilidades de desenvolvimento da mão de obra, alterando o perfil de sua qualificação. As exigências para a contratação de pessoal neste setor envolvem maior escolaridade e conhecimentos associados às novas tecnologias.

A indústria paulista vem avançando no sentido da modernização de seu sistema técnico-produtivo. O parque industrial paulista é responsável pela metade do PIB (Produto Interno Bruto) industrial do país e por 12% do PIB brasileiro (Fundação Seade), com destaque para a produção de quase todos os gêneros da indústria de transformação. Os setores eletroeletrônicos, mecânicos e químicos encontram-se num estágio de automação industrial relevante, sediando 82% das empresas usuárias de automação e controle do país (Fundação Seade).

A vida moderna é cercada por sistemas automatizados, desde a simples abertura automática de portas, até sistemas mais sofisticados, como caixas bancários eletrônicos. A presença de sistemas automatizados na indústria é ainda mais intensa e tem crescido muito nos últimos anos. Sistemas automatizados são encontrados em todos os setores de uma empresa. Ajudam a projetar, fabricar e controlar a qualidade dos mais diversos tipos de produtos, promovendo uma fabricação mais eficiente, segura e econômica.

Competir na economia globalizada do século XXI é submeter-se a um processo contínuo de modernização dos setores produtivos. A automação de processos é, portanto, a garantia de sobrevivência de um parque industrial. Empregos de maior qualificação e melhores salários estão abertos para quem se preparar nesta direção. Os investimentos das empresas nacionais em automação são cada vez maiores, especialmente em São Paulo, por sua importância industrial no país.

Considerando que os sistemas automatizados são compostos pela integração de complexos sistemas mecânicos, eletroeletrônicos e computacionais, são exigidos profissionais com alto nível de especialização, capazes de dominar tecnologias multidisciplinares. Com esse perfil, há carência de recursos humanos no mercado.

A proposta do CST em Automação Industrial é formar profissionais adequados às necessidades específicas desse mercado, preparando cidadãos éticos, pró-ativos, com crescente autonomia intelectual, criativos, motivados, flexíveis e adaptáveis às constantes mudanças tecnológicas. Isso só possível pela educação continuada. O curso deve também buscar a formação de empreendedores, profissionais que desenvolverão

seus próprios negócios e irão oferecer seus produtos ou serviços a outras empresas, fortalecendo o parque industrial da região.

A legislação abaixo discriminada especifica, a partir das competências do Engenheiro Eletricista, as atribuições do Tecnólogo em Automação Industrial:

- Lei Federal 005194 de 24 de dezembro de 1966, regulamentada pelo Decreto Federal 00060 de 10Jun69;
- Resolução Confea Nº 218 de 29 de Junho de 1973, publicada D.O.U. de 31Jul73. Em seu Art. 1º, esta resolução estabelece 18 (dezoito) atividades genéricas:

- “01: supervisão, coordenação e orientação técnica;
- 02: estudo, planejamento, projeto e especificação;
- 03: estudo de viabilidade técnico-econômica;
- 04: assistência, assessoria e consultoria;
- 05: direção de obra e serviço técnico;
- 06: vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico;
- 07: desempenho de cargo e função técnica;
- 08: ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica;
- 09: elaboração de orçamentos;
- 10: padronização, mensuração e controle de qualidade;
- 11: execução de obra e serviço técnico;
- 12: fiscalização de obra e serviço técnico;
- 13: produção técnica e especializada;
- 14: condução de trabalho técnico;
- 15: condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;
- 16: execução de instalação, montagem e reparo;
- 17: operação e manutenção de equipamentos e instalação;
- 18: execução de desenho técnico.”

O Art. 23º dessa resolução limita, como campo de atuação do Tecnólogo em Automação Industrial, as atividades de 06 a 18.

1.2. Perfil do Ingressante

Embora haja variações regionais, ingressantes no CST em Automação Industrial têm algumas características comuns. O conhecimento deste perfil é muito importante **para o estabelecimento de** estratégias pedagógicas durante a montagem do projeto do curso (SOUZA, 1994). Em linhas gerais, tem-se:

Idade média: 28 anos;

Sexo: masculino - 95%, feminino - 5%;

Procedência:

- **são** trabalhadores das indústrias e empresas de prestação de serviços na região;
- trabalham (90%) e pagam os próprios estudos, sem receber ajuda paterna ou de parentes;
- **são** oriundos de famílias das classes C e D residentes na região;

- **têm** pais trabalhadores da indústria, do comércio ou pequenos comerciantes, com mães donas de casa, 60% dos quais com instrução secundária completa;
- **pertencem a** famílias **que** valorizam o estudo.

Motivação e expectativas: fazer um bom curso para se manter ou obter uma boa colocação.

Valores comportamentais:

- individualismo;
- conformismo;
- passividade;
- conservadorismo;
- cultura paternalista;
- formação de 1º e 2º graus muito deficiente;
- criatividade potencial tolhida por diversos fatores;
- **vocação definida;**
- **reconhecimento de lideranças;**
- potencial e capacidade **elevados** quando desafiado;
- rejeição às instituições.

Em relação aos bacharelados em engenharia, os alunos de tecnologia são mais velhos, a maioria já exerce uma atividade na indústria e **está afastada** dos bancos escolares há alguns anos. A falta de base em ciências exatas e **a** limitada capacidade em construir modelos abstratos são, sem dúvida, os maiores desafios que coordenadores e docentes enfrentam.

1.3 Perfil do egresso

O egresso atua na área produtiva em atividades específicas dos processos industriais automatizados. Incorpora competências profissionais, sociais e intelectuais **que**, adequadamente aplicadas, contribuirão significativamente para a evolução econômica de sua região. Deve combinar sua intimidade com avanços tecnológicos **a** valores da cidadania, comprometendo-se, em sua atuação profissional, com a preservação do meio ambiente. Deve ser ágil e flexível para enfrentar as transformações do mercado de trabalho, das tecnologias e da economia. Do ponto de vista social e ético, deve assumir uma atitude crítica e tolerante quanto ao exercício da profissão, especialmente quanto às limitações dos recursos materiais e humanos que empregará.

Será um especialista capaz de atuar em sistemas automatizados do setor industrial aplicando e incorporando inovações tecnológicas nas seguintes competências:

- diagnosticar a necessidade de automatização de processos de manufatura;
- verificar a viabilidade de implantação de processos automatizados;
- montar equipamentos automatizados;
- instalar sistemas automatizados;
- operar sistemas de manufatura;
- gerenciar e supervisionar processos industriais automatizados;

- implantar processos robotizados;
- analisar e inspecionar serviços técnicos na área de automação.

Sobre o mercado de trabalho, como ilustração, foram identificados cargos, ocupações ou funções de supervisão, gerenciamento, assistência, análise e coordenação em algumas empresas da região, que podem ser preenchidos pelo tecnólogo em automação industrial:

- Gerente de Instrumentação;
- Analista de Processos Industriais;
- Coordenador de Processos Automatizados;
- Supervisor de Processos de Fabricação;
- Chefe de Inspeção;
- Instalador de Sistemas de Automação;
- Inspetor de Sistemas Supervisórios;
- Encarregado de Instrumentação e Controle;
- Gerente de Relações Institucionais;
- Coordenador de Projeto de Instalação.

O curso deve, em resumo, graduar, por competências e habilidades, profissionais destinados ao setor produtivo, mais particularmente às indústrias com elevado grau de automação. Podem, adicionalmente, atuar em empresas que prestam serviços técnicos, comerciais ou de gestão técnica privada ou pública de processos que utilizam sistemas automatizados. Sua formação eclética permite amplo espectro de atividades sob o título *automação*, independentemente do processo envolvido. Sua formação é genérica, sem especialização em qualquer processo de fabricação ou de controle de fluxo de informação. Para exercer sua atividade, devem receber parâmetros de controle e detalhes operacionais dos processos a serem automatizados. Essas informações serão fornecidas por especialistas nos diversos processos: engenheiros mecânicos, químicos, metalúrgicos, aeronáuticos, navais, eletrotécnicos, civis, etc.

Esta é a diferença primordial entre o *tecnólogo mecatrônico*, que recebe formação em processos de fabricação (usinagem, estamparia, fundição, etc), consumindo parte da carga horária do curso e limitando sua formação teórica em controle automático, e o *tecnólogo em automação*, que não recebe formação em processos de fabricação, mas é capaz de abordar, com maior profundidade, os fundamentos do controle automático, sendo dotado de uma visão mais abrangente e sistêmica da automação industrial. Esse profissional está mais preparado para gerenciar e executar projetos envolvendo componentes e circuitos elétricos e eletrônicos em geral, dispositivos eletropneumáticos e eletro-hidráulicos, máquinas inteligentes, equipamentos robotizados e sistemas integrados de manufatura. Poderá, ainda, atuar em sistemas e controles programáveis, softwares e linguagem de programação para máquinas e equipamentos computadorizados. Atuará nas indústrias de um modo geral, entre elas: autopeças, montadoras de veículos terrestres, navais e aeroespaciais, defesas, cerâmicas, têxteis, alimentícias, eletroeletrônicas, metal-mecânicas, agroindústrias, plásticos, madeiras e, também, em empresas prestadoras de serviços em instalação e manutenção de equipamentos e sistemas automatizados.

2. Considerações sobre a Estrutura Curricular

Para atuar em qualquer área de tecnologia vinculada à eletrônica, o profissional deve possuir formação básica em matemática e física; formação específica articulada em conceitos de eletricidade, eletrônica, eletromagnetismo e computação; estabelecendo a base necessária para adquirir conhecimentos tecnológicos e incorporar procedimentos, atitudes e valores que visem à entrada (formação específica) e à permanência (formação geral) no mercado de trabalho.

Um curso de tecnologia em automação industrial deve apresentar uma arquitetura sinergicamente concebida para garantir ao discente pleno exercício da cidadania e completo desenvolvimento de sua capacidade profissional. Isso possibilita ao egresso ocupar postos de trabalho operacionais e estratégicos na supervisão e gerência de empresas que possuam sistemas e processos automatizados.

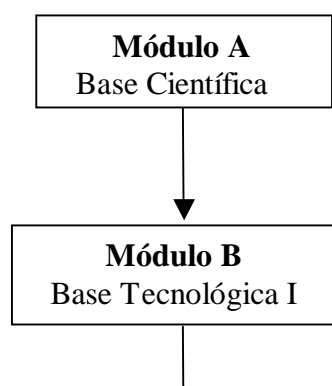
2.1. Estrutura modular

A maioria dos cursos de tecnologia é organizada de forma modular, distribuindo-se igualmente a carga horária. O Parecer CNE/CES no. 8/2007, de 31.01.07 (pub. DOU 13.06.07), classifica os cursos de tecnologia na área industrial no grupo de CHM (Carga Horária Mínima) de 2400 horas, com integralização mínima em seis semestres. Cada módulo deve ter, portanto, 400 horas. Um fluxograma típico é apresentado na Figura 1.

A estrutura modular é adequada para obter equilíbrio entre o conteúdo de formação geral com matérias específicas, estabelecido pela combinação da base científica com eixos temáticos criteriosamente selecionados dentro do amplo espectro da atuação profissional do tecnólogo em automação industrial. A Figura 1 apresenta uma sugestão para essa estrutura modular. O módulo A oferece a Base Científica fundamental. Os dois módulos seguintes (B e C) desenvolvem a Base Tecnológica. Os restantes (D, E e F) são módulos temáticos: Eletrotécnica Aplicada, Sistemas de Automação Industrial e Gestão Industrial.

A sequência ideal para a evolução dos módulos é ordem alfabética crescente. É possível, entretanto, alguma alteração nessa ordem sem comprometer a aprendizagem. Conforme indica o fluxograma da Figura 1, os módulos iniciais A, B e C devem ser frequentados em sequência crescente. Após o módulo C, os módulos temáticos D, E e F podem ser frequentados em qualquer ordem.

○ Estágio Supervisionado e o Trabalho de Conclusão de Curso, obrigatórios por recomendação legal nos bacharelados em engenharia, não são exigidos na estrutura curricular dos cursos de tecnologia. A proposta em consideração neste artigo, entretanto, sugere um programa de Atividades Complementares (AC) com Projetos Integrados (PI) distribuídos estrategicamente ao longo do curso, buscando integrar, complementar ou suplementar a grade curricular, analisada na seção 2.2.



O curso é orientado por habilidades e competências a serem obtidas no final de cada módulo, fornecendo três certificações parciais cadastradas na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) do Ministério do Trabalho e Emprego, conforme apresentado na seção 2.3.

As bases tecnológicas que suportam as principais habilidades e competências adquiridas durante o curso são providas pelas disciplinas dos módulos temáticos D, E e F. Estas, por sua vez, são desenvolvidas sobre os fundamentos incorporados pelos módulos básicos A, B e C. Nos módulos temáticos, encontram-se as matérias associadas às tecnologias específicas de controle e gestão de processos industriais automatizados comuns aos mais variados perfis e setores industriais. Valores éticos e ambientais são tratados especificamente em disciplinas do módulo F - Gestão Industrial.

O corpo docente deve ser cuidadosamente orientado sobre a metodologia a ser empregada para que as necessidades didático-pedagógicas do curso, a definição das competências e as habilidades desejadas ao final de cada unidade didática e sua relação com as metas de ensino-aprendizagem sejam atendidas. Professores experientes, motivados e, sobretudo, bem dirigidos serão plenamente capazes de materializar, em resultados concretos, intenções abstratas do projeto pedagógico.

2.2. Uma sugestão de grade curricular

As cargas horárias das disciplinas componentes de cada módulo são múltiplas de 40 horas (40, 80, 120 ou 160 horas). Para um regime de 4 horas-aula (ha) diárias, tem-se, respectivamente, 2, 4, 6 ou 8 ha semanais, com 20 ha semanais, cumprindo 400 ha em 20 semanas ou 100 letivos por semestre, conforme estabelecem as

recomendações legais. A Figura 2 apresenta uma sugestão de grade curricular dentro da organização modular mostrada na seção 2.1. A diferença entre cargas horárias, de 40 a 160 ha, procura atender ao conteúdo e à importância relativa da disciplina em cada módulo, resguardando, sobretudo, a carga horária necessária às atividades práticas, buscando manter um bom equilíbrio entre teoria e prática. A experiência recomenda que aulas práticas devem consumir entre 25 e 50 % da carga horária das disciplinas técnicas, em particular nos módulos temáticos.

A grade curricular sugerida inclui Atividades Complementares (AD), além da carga mínima de 2400 horas, compondo-se de 80 horas em suplementação de tópicos em Matemática Superior e Física Aplicada, altamente recomendável em função da precária formação dos alunos no ensino médio, 40 ha de Introdução à Tecnologia em Automação Industrial e 80 ha para PI (Projetos Integrados). As AC constituem atividades multidisciplinares contextualizadas, nas quais trabalhos experimentais dirigidos à prática profissional devem ser desenvolvidos. Os PI constam dos módulos C (Base Tecnológica II), D(Eletrotécnica Aplicada), E (Sistemas de Automação Industrial) e F (Gestão Industrial), cada qual com 20 horas. É importante estabelecer que, para conclusão do curso, o aluno deve cumprir obrigatoriamente a carga plena das AC de 80 ha.

As AC buscam sedimentar conceitos fundamentais e estabelecer a interdisciplinaridade entre os módulos do curso. Os PI I e II visam alcançar o “aprender fazendo”, extremamente importante para o profissional da área tecnológica. O PI III visa integrar as habilidades, competências e bases tecnológicas acumuladas ao longo dos módulos A a E, no qual espera-se o desenvolvimento de sistemas eletrônicos microprocessados com sua integração aos elementos físicos de campo, sobretudo em máquinas, tanto em processos numericamente simulados, como em sistemas reais. Nesse caso, os alunos são incentivados a resolver problemas que certamente encontrarão no futuro ambiente de trabalho, agregando valor ao profissional e, conseqüentemente, à empresa que o acolherá. O PI IV é realizado no módulo de Gestão Industrial e deve integrar sistemas físicos com processos de controle técnico e administrativo da produção automatizada.

Nos módulos A (Base Científica) e B (Base Tecnológica I), as AD podem ser atividades extra-classe, orientadas por docentes treinados na suplementação científica dos alunos, especialmente em Matemática e Física Básicas.

No módulo C (Base Tecnológica II), o aluno desenvolve, sob orientação docente, uma AC sobre Introdução à Tecnologia em Automação Industrial. Trata-se de um estudo dirigido que pode envolver alguma atividade experimental ilustrativa sobre aspectos históricos e sobre a atividade profissional do tecnólogo em automação, suas especificidades, objetivos e papel social, as características do órgão oficial do regulador do exercício da profissão, o sistema CONFEA-CREA. Pode também incluir considerações sobre o ensino tecnológico no país, a organização curricular do curso, sua estrutura modular e sobre o acesso às certificações parciais oferecidas durante a evolução acadêmica dos alunos.

Nas atividades PI, os alunos recebem orientação sobre o desenvolvimento de pequeno projeto de tecnologia, incorporando conceitos sobre gerenciamento de projeto; arbitragem quanto à formação das equipes e acompanhamento nas relações interpessoais nas atividades técnicas. Os docentes tutores do PI auxiliam na definição dos temas e assessoram na elaboração das propostas conforme modelo pré-estabelecido pela coordenação do curso, gerenciando os seminários de avaliação e orientação durante a redação de cada relatório final.

C.S.T. em Automação Industrial
Grade Curricular

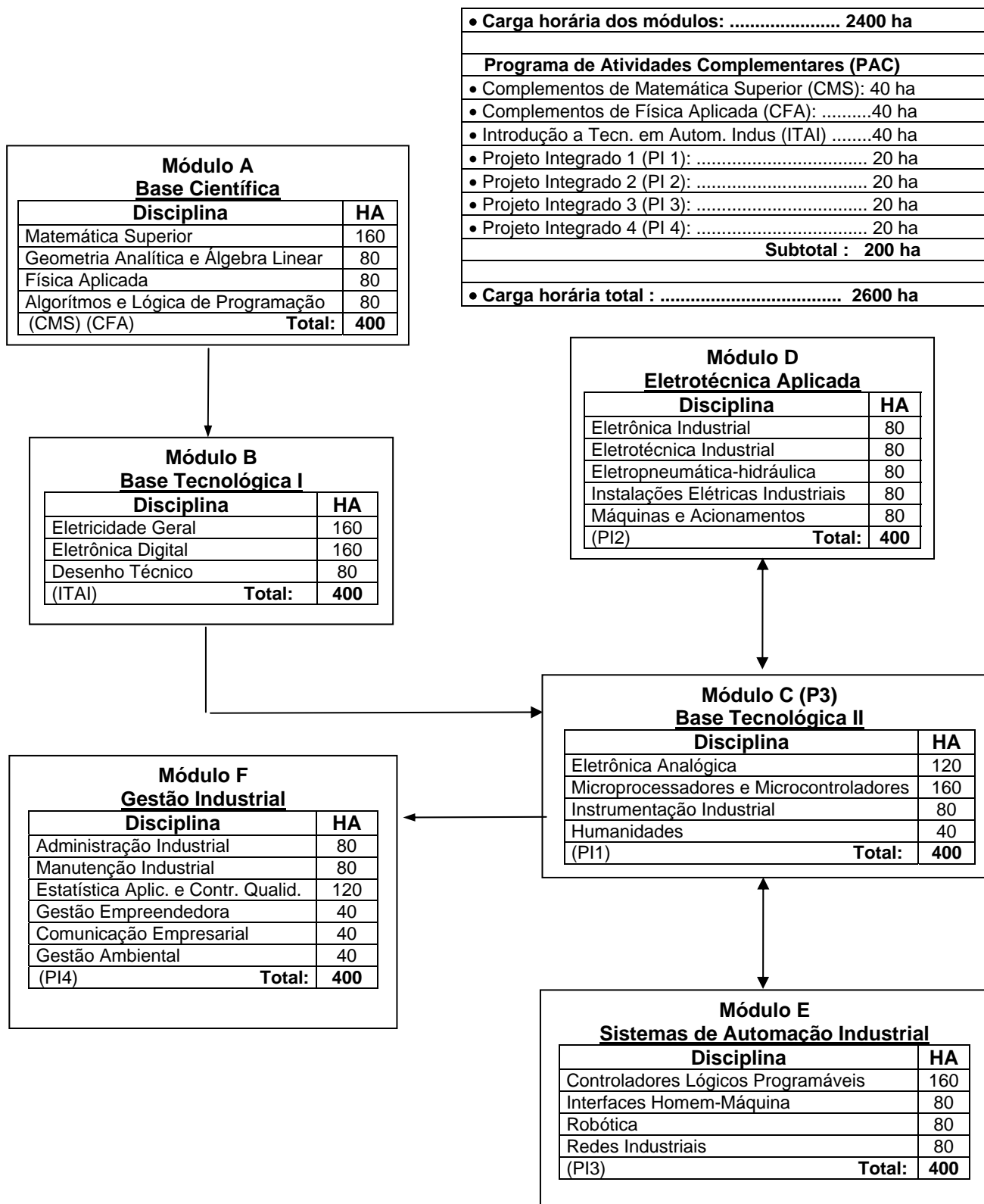


Figura 2. Grade curricular do CST em Automação Industrial.

2.3 Certificações parciais

O CST em Automação Industrial sugerido oferece três certificações profissionais. Para recebê-las, o aluno deverá, ao concluir efetivamente um conjunto de módulos, sem adaptações ou disciplinas pendentes, submeter-se a uma Avaliação de Competência, composta por provas escritas, orais ou práticas, preparadas, aplicadas e julgadas por banca de examinadores (constituída por docentes do curso e especialistas externos convidados) designada pela coordenação e homologada pelo colegiado do curso.

Aprovado, o aluno solicitará à secretaria acadêmica o respectivo *Certificado de Competência* definido conforme Classificação Brasileira de Ocupações (CBO). Os módulos que compõem cada certificação e as competências que devem orientar a banca na preparação da avaliação estão abaixo resumidos:

CBO9511-05: Eletricista de Manutenção Eletroeletrônica

Seqüência de módulos: A+B+C

Competências adquiridas:

- planejar serviços de manutenção e instalação eletroeletrônica e realizar manutenções preventivas, preditivas e corretivas;
- planejar, organizar e monitorar as atividades de montagens e instalações eletroeletrônicas;
- instalar sistemas e componentes eletroeletrônicos e realizar medições e testes;
- elaborar documentação técnica e trabalhar em conformidade com normas e procedimentos técnicos e de qualidade, segurança, higiene, saúde e preservação ambiental.

CBO7301-05: Supervisor de Montagens e Instalações Eletroeletrônicas

Seqüência de módulos: A+B+C+D

Competências adquiridas:

- planejar, organizar e monitorar as atividades de montagens e instalações eletroeletrônicas;
- supervisionar e orientar diretamente equipe de trabalhadores de chão-de-fábrica;
- controlar recursos de produção e redigir documentos técnicos.

CBO9503-05: Supervisor de Manutenção Eletromecânica

Seqüência de módulos: A+B+C+D+E;

Competências adquiridas:

- supervisionar atividades de manutenção eletromecânica, distribuindo e controlando a realização de atividades de manutenção;
- analisar registros de ocorrências técnicas e operacionais e avaliar condições das máquinas e equipamentos;
- planejar manutenções eletromecânicas, elaborando planos e propostas e definindo metas;
- coordenar equipes de trabalho;
- administrar recursos humanos e aquisição de recursos materiais para manutenção;
- supervisionar projetos de melhorias em *layout*, equipamentos e instalações, elaborando projetos e inspecionando implementação de melhorias;
- administrar documentação técnica e trabalhar seguindo normas de segurança, qualidade e preservação ambiental.

Com a **conclusão** dos módulos indicados e a **aprovação** nos exames de certificação, o aluno recebe estas certificações, resumidas na **Tabela 1**.

Tabela 1. Certificações fornecidas durante o CST em Automação Industrial

<i>Módulos</i>						<i>Certificações Parciais</i>	<i>Classificação</i>
A	B	C				Eletricista de Manutenção Eletroeletrônica	CBO 9511-05
A	B	C	D			Supervisor de Montagens e Instalações Eletroeletrônicas	CBO 7301-05
A	B	C	D	E		Supervisor de Manutenção Eletromecânica	CBO 9503-05
A	B	C	D	E	F	Diploma do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial	-

2.4. Práticas pedagógicas

As linhas metodológicas da prática docente institucional contemplam ações estratégicas e operacionais que estimulam os professores do curso a desenvolver a aprendizagem discente na direção da construção/reconstrução do conhecimento, remetendo os **alunos** à pesquisa bibliográfica, ao desenvolvimento e à aplicação dos conhecimentos adquiridos.

A metodologia busca, na prática docente, propor aos discentes desafios progressivos, desestimulando a cultura paternalista de simples orientação a estudantes passivos, estimulado **os** estudos interdisciplinares e a busca da autonomia intelectual, essencial na formação do tecnólogo.

As atividades formais de ensino devem ser divididas em aulas teóricas e práticas. As teóricas, em geral, são aulas expositivas com a utilização de recursos audiovisuais, entremeadas por discussões dirigidas, exercícios imediatos de fixação, exercícios avançados com resolução assistida, estudos de casos contextualizados e a proposta de desafios para resolução extraclasse individualmente ou em grupos de estudo. As aulas práticas são realizadas com grupos de dois ou três alunos em instalações apropriadas ou laboratórios, assistidas por docentes, monitores e auxiliares técnicos. Os laboratórios são configurados conforme as disciplinas e a evolução do conteúdo nas aulas teóricas.

As competências desejadas em cada unidade didática, estabelecidas por legislação específica, devem ser periodicamente reavaliadas e ponderadas pela vertiginosa evolução tecnológica das últimas décadas. Em eletrônica, particularmente, o setor produtivo é especialmente exigente na contínua revisão dos conteúdos programáticos dos curso de formação de seus profissionais.

O cenário do século XXI requer tecnólogos com um perfil diferenciado, em que sejam evidentes alguns aspectos imprescindíveis para um bom desempenho de suas funções, tais como:

- iniciativa, tanto na tomada de decisões, como na realização de tarefas;
- criatividade na busca de soluções inovadoras;
- capacidade de liderança e de relacionamento interpessoal no desempenho das funções;
- capacidade de adaptação em diferentes ambientes de trabalho;
- capacidade de trabalhar em equipe;
- capacidade de absorver e de desenvolver novas tecnologias.

São decisivos, portanto, para um bom desempenho profissional dentro de um contexto multidisciplinar: conhecimento sobre relações humanas, impactos tecnológicos sobre o meio ambiente, técnicas de administração e de gestão financeira.

Uma formação conceitual em ciência básica, suporte necessário para a aplicação de conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais na solução de problemas é uma exigência comum e de valor indiscutível nas qualidades de quem trabalha em tecnologia.

Deve haver um balanceamento entre conhecimentos específicos e conhecimentos gerais, buscando-se formar profissionais sintonizados com as necessidades do mercado. Ampliam-se, portanto, suas oportunidades de emprego e sua capacidade de realizar-se profissionalmente. Para alcançar esta qualificação, espera-se que:

- o aluno consiga desenvolver-se intelectualmente;
- o esforço didático-pedagógico não seja dirigido apenas para o treinamento no uso de ferramentas, mas na identificação dos métodos e fundamentos envolvidos, enfatizando-se o desenvolvimento da capacidade de raciocínio e da organização do pensamento;
- a carga horária seja adequadamente distribuída entre as diversas matérias preconizadas pelas diretrizes curriculares legais.

Adicionalmente, a maioria dos alunos ingressa no nível superior com profundas deficiências na formação média (antigo segundo grau). Os alunos apresentam grande dificuldade para absorver conhecimentos abstratos, típicos do ensino tecnológico. Os cursos convencionais de engenharia dedicam as duas primeiras séries exclusivamente para a formação básica em engenharia, constituída por densa e quase exclusiva formação em matemática e física superior. Essa abordagem é evitada nos cursos de tecnologia; o aluno tem contato com os conhecimentos específicos da área a partir dos módulos iniciais, motivando-o ao identificar-se com matérias técnicas aderentes à sua futura atividade profissional.

Alunos procedentes do setor industrial comumente ingressam no curso com bom conhecimento prático em determinadas disciplinas, porém sem uma base científica. Nesse caso, determinadas disciplinas mais técnicas ou mesmo módulos podem tornar-se desmotivadores, pois não oferecem novidades ou desafios aos alunos. É possível, entretanto, o aproveitamento desses conhecimentos por meio de:

- *Avaliação de Conhecimento* para dispensa de disciplina ou módulo, realizada através de prova escrita individual complementada por exame oral com banca docente constituída pelo coordenador, homologada pelo colegiado de curso. Essa forma é amparada por legislação federal;
- *Projeto Multidisciplinar*: alunos com profundos conhecimentos em determinada área podem comprovar suas qualificações propondo e desenvolvendo um Projeto Integrado, avaliado nas mesmas condições do item anterior;

- *Estudo de Caso*: apresentação da experiência acumulada na forma de resolução de um determinado desafio tecnológico, capaz de integrar os conhecimentos previstos em disciplinas ou módulo completo, também avaliado conforme prescreve o primeiro item acima.

2.5. Perfil docente

Entre as importantes questões de qualquer projeto pedagógico, uma das mais relevantes é o formato adotado para as aulas. Devem aqui se equilibrar os princípios pedagógicos, a economia de recursos e as recomendações da legislação federal. Como regra geral, alunos assistem a aulas operatórias, que abrangem cinco dimensões:

- (1) domínio do tempo e do espaço;
- (2) relação entre professor-aluno;
- (3) conflito cognitivo como desafio;
- (4) o mundo na sala de aula;
- (5) a contextualização.

Essa metodologia propõe que o conhecimento seja construído pelo sentimento, pela sensação, pela percepção e pelo pensamento. Cria situações de aprendizagem que favorecem o desenvolvimento das operações do pensamento, das habilidades operatórias, tendo como foco as competências profissionais, os valores e as atitudes. É uma metodologia dialógica, dinâmica, crítica, impulsionada pela ação e reflexão, capaz de tornar o estudante protagonista do seu próprio aprendizado, um verdadeiro empreendedor.

Para garantir que a aula seja, de fato, o espaço de vivência pedagógica desejável, entende-se o professor como:

- co-responsável pela construção da sala de aula, pela passagem do aluno do senso comum ao senso científico, transformando-o em estudante;
- coordenador do processo ensino-aprendizagem: observando, acompanhando, orientando, avaliando, replanejando, criticando (a turma, a aula e o processo).

Para que o professor assuma esse papel, é necessário que planeje previamente suas aulas, considerando o objetivo e as habilidades que pretende desenvolver para alcançar as competências desejadas, além de dominar os temas e conceitos da disciplina e atuar como uma liderança democrática dentro dos limites adequados a uma sala de aula.

É essencial estabelecer relações entre a realidade, os alunos e o conteúdo programático para que se desenvolvam habilidades cognitivas para que as aulas não se limitem à transmissão de conteúdos prontos ou acabados, nas quais o conhecimento seja efetivamente construído e sistematizado. Para tal, a metodologia deve ser questionadora, integradora, crítica, impulsionadora da ação, criativa, lúdica e permanente.

A aula é o momento de construção do conhecimento, em que se conecta o conteúdo à realidade. É uma sequência de operações mentais que deve motivar, exaltar o prazer do conhecer, estimulante e fonte de questionamentos e motivações.

A sala de aula deve ser um palco de debates e não apenas um lugar de narração. Cabe ao professor a iniciativa, a provocação para o diálogo. O professor deve auxiliar e encorajar o aluno para que esse diálogo

ocorra, utilizando-se de uma dinâmica participativa e envolvente, desenvolvendo o conteúdo científico com começo, meio e fim.

O início deve ser cativante, sedutor, permeado por conflitos ou desafios cognitivos. É o momento de resgatar os conteúdos já vistos ou referenciais de conhecimentos e de experiências pessoais para analisá-los e reconfigurá-los à luz da ciência. Inicia-se aqui o processo de contextualização, momento de utilizar a leitura e a escrita, meios para que o universo entre na sala de aula, momento de preparar o aluno para o pensamento reflexivo.

O meio deve desenvolver conceitos, procedimentos e atitudes empregando pesquisas, exercícios, leituras, análises, produções intelectuais, sempre permeados pelo lúdico, elemento importante para o desenvolvimento da aula. Além de envolver a busca de conhecimento, possibilita a sedimentação de princípios físicos que regem o comportamento do universo, uma vez que exige abstração e promove conquistas cognitivas. No final, além de sistematizar o conhecimento adquirido com sínteses conclusivas, com exercícios elucidativos e com proposta de novos desafios, deve-se abrir perspectivas para o próximo encontro.

Com esses procedimentos, a autonomia é fortalecida, a consciência crítica e motivação para encarar novos desafios amadurecem, construindo-se as quatro competências propostas pelo Relatório Jacques Delors: *"Educação, um tesouro a descobrir"*, elaborado pela Unesco, em 2003, que constituem os quatro pilares da educação: *aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser.*

2.6. Infraestrutura mínima necessária

Para atender às unidades curriculares responsáveis pela Formação Científica, Tecnológica e Específica do curso, são necessários três tipos de laboratórios de ensino. A Tabela 2 apresenta o tipo e as quantidades de cada laboratório. Essa é a configuração mínima, pois não há como reduzi-la sem grave prejuízo para a qualidade do curso.

Tabela 2. Laboratórios necessários para atender às atividades práticas do curso

Segmento	Tipo de Laboratório	Designação dos Laboratórios	Quant.
Base Científica	Ensino de Informática	Laboratório de Informática	2
	Ensino de Física e Projetos	Laboratório de Física e Projetos	1
Base Tecnológica e Formação Específica	Ensino de Eletricidade - Eletrônica - Instrumentação	Laboratório de Eletroeletrônica e Instrumentação	2
Formação Específica	Ensino de Automação Industrial	Laboratório de Automação	2
Quantidade Total de Laboratórios			7

3. Conclusão

De modo geral, o CST em Automação Industrial é concebido para atender às necessidades de um mercado de trabalho exigente e competitivo, determinando uma organização curricular bastante específica, **em que** o ensino-aprendizagem não é a única preocupação na definição dos objetivos do curso, mas também a aquisição das atitudes e valores comportamentais típicos do ambiente industrial.

Este artigo apresentou uma sugestão de organização curricular dentro dessa realidade. Com as naturais restrições de tempo (duração do curso) e de espaço (infraestrutura mínima), focalizando aspectos relacionados ao mercado de trabalho, buscou-se um compromisso entre o ideal e o viável no universo das instituições brasileiras de ensino superior, em particular as entidades privadas, que não contam com financiamento público e só sobrevivem se, como empresas, forem criativas, enxutas, competentes e bem administradas.

Os autores consideram que a organização curricular analisada seja capaz de preparar profissionais com conhecimento suficiente para propor soluções baseadas nas tecnologias existentes. O espírito empreendedor deve ser estimulado durante todo o curso, desde a metodologia de ensino, com a busca permanente da contextualização dos conhecimentos teóricos até a interdisciplinaridade e multidisciplinaridade embutidas nos PI e AC. Sob a perspectiva de alcançar soluções inovadoras e criativas, este profissional deve ser capaz de construir conhecimento a partir de diferentes fontes de informação, agregando valor à sua atividade. Mas em pouco tempo, sua capacidade de competir com sucesso no mercado de trabalho se esgotará se ele não seguir um programa permanente de aperfeiçoamento ou de educação continuada.

4. Referências

BILITARDO, C. O Projeto pedagógico e a qualidade no ensino. Instituto Brasileiro de Qualidade em Serviços – IBRAQS. **Revista Universidade** - a busca da qualidade, v.1, n.2, mar.-abr., p. 102-106, 1994. []

DANTAS, S. H. G. Ensino ou Educação em Engenharia? Associação Brasileira de Ensino de Engenharia - ABENGE. **Revista de Ensino de Engenharia**, v.10, n.3, nov., 1993.

SEMINÁRIO INTERNACIONAL EM PROGRAMAS DE DESENVOLVIMENTO DA ENGENHARIA. 1995. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: PRODENGE/CAPES, 1995.

PRODENGE/CAPES. **Projeto Engenharia 2001** (Teleconferências). São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1996.

SOUZA, J. G. Planejamento Educacional na Escola de Engenharia: o aprendizado do Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel). In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ADMINISTRAÇÃO DE EDUCAÇÃO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 3, 1997. Campinas. **Anais...** Campinas: Unicamp, 1997.