

A Família Ocupacional dos Técnicos em Eletrônica

Confederação Nacional da Indústria – CNI e Conselho Nacional do SENAI

Armando de Queiroz Monteiro Neto
Presidente

Comissão de Apoio Técnico e Administrativo ao Presidente do Conselho Nacional do SENAI

Fernando Cirino Gurgel
Vice-Presidente da CNI

Dagoberto Lima Godoy
Diretor da CNI

Max Schrappe
Vice-Presidente da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

SENAI – Departamento Nacional

José Manuel de Aguiar Martins
Diretor-Geral

Mario Zanoni Adolfo Cintra
Diretor de Desenvolvimento

Donald Nelson Uhlig (interino)
Diretor de Operações

Confederação Nacional da Indústria
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Departamento Nacional



MINISTÉRIO DO
TRABALHO E EMPREGO

A Família Ocupacional dos Técnicos em Eletrônica



Projeto
PROJETO OBSERVATÓRIO OCUPACIONAL

Série Monografias Ocupacionais

Brasília
2003

© 2003. SENAI – Departamento Nacional

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

SENAI/DN

GETEP – Unidade de Gestão Tendências e Prospecção

Este documento foi elaborado por uma equipe, cujos nomes encontram-se relacionados na folha de créditos.

Ficha Catalográfica

SENAI. DN. A família ocupacional dos técnicos em eletrônica. Versão Preliminar, Brasília, 2003. 58 p.
(Série Monografias Ocupacionais, 5).

ISBN 85-7519-081-4

TÍTULO

CDU 621.3-057.1

SENAI

*Serviço Nacional de
Aprendizagem Industrial
Departamento Nacional*

Sede

*Setor Bancário Norte
Quadra 1 – Bloco C
Edifício Roberto Simonsen
70040-903 – Brasília – DF
Tel.: (61) 317-9001
Fax: (61) 317-9190*

A eletricidade é provavelmente a mais bela, a mais versátil, a mais poderosa e dócil de todas as forças jamais dominadas pelo homem. Mostra-se ao mesmo tempo infinitamente forte e infinitamente delicada, indo do débil impulso num cérebro animal aos cataclísmicos movimentos do raio, ou da ainda desconhecida violência do átomo bombardeado. Hoje, sabemos, ou julgamos saber, que a eletricidade reside em nosso corpo e em toda a matéria inanimada.

(Roger Burlingame, Máquinas da democracia – as invenções e suas influências sociais nos Estados Unidos)

Teve um chefe meu que, uma vez, estava numa máquina e falou: “Olha, pra você ver, a gente pode se assemelhar ao médico. O médico vai lá e faz a pessoa viver novamente. A gente faz a máquina funcionar novamente”. É um negócio meio sangrento. Eu acho que é isso aí mesmo, a gente pode se assemelhar a um médico das máquinas.

(Douglas Andrigo Moreira)

Sumário

Apresentação

1 A Eletrônica e a Vida Contemporânea	11
1.1 No presente, a casa do <i>futuro</i>	11
1.2 A TV de cada dia...	14
1.3 Olhos que tudo vêem e sentem: “Sorria, você está sendo filmado”	16
1.4 Eletrônica: usos e possibilidades	18
2 O Profissional da Eletrônica	23
2.1 Formação	23
2.2 Perfis profissionais e variação tecnológica	30
2.3 O trabalho do profissional da eletrônica	43
2.4 O mercado de trabalho do técnico em eletrônica: perspectivas	45
2.5 O futuro da profissão, na avaliação dos especialistas	49
Referências	57

Apresentação

A Era da Informação e do Conhecimento, que caracteriza o período atual, tem contribuído para relevantes inovações nas tecnologias e na organização dos sistemas produtivos, que, por sua vez, acarretam mudanças no conteúdo do trabalho. Essas mudanças se traduzem no surgimento e desaparecimento de ocupações, bem como nas alterações dos requisitos e experiências exigidos para o exercício profissional.

Devido a essas mudanças tão aceleradas, necessário se torna monitorar sistemática e constantemente os conteúdos das ocupações, no sentido de municiar os sistemas produtivos e as instituições de formação profissional com informações atualizadas para o pleno desenvolvimento de suas atividades.

Por intermédio da parceria com o Ministério do Trabalho e Emprego, o SENAI tem contribuído para esse monitoramento, em que as descrições e validações das ocupações, no âmbito industrial, são atualizadas por meio da Classificação Brasileira de Ocupações – CBO, versão 2000, cujo conteúdo busca introduzir o conceito de competências à dimensão do desempenho no trabalho e organizar as ocupações em Famílias Ocupacionais.

Com o intuito de garantir a qualidade desse monitoramento e agregar valor às descrições e validações da CBO, o SENAI, por meio de sua Unidade de Gestão Tendências e Prospecção – GETEP, apresenta a série Monografias Ocupacionais, cujo conteúdo se caracteriza pela construção de um histórico das ocupações baseado na dinâmica de construção, evolução e mapeamento de tendências futuras das ocupações industriais brasileiras.

Este trabalho se ocupou em analisar a Família Ocupacional de Técnicos em Eletrônica, cujos dados foram levantados por intermédio de fontes primárias e secundárias sobre a profissão.

Espera-se que este projeto possa ser um importante instrumento de informação sobre o mercado de trabalho para as empresas e entidades representativas de empregadores e de trabalhadores, bem como de tomada de decisão quanto à formulação de políticas de formação profissional.

José Manuel de Aguiar Martins
Diretor-Geral

1 A Eletrônica e a Vida Contemporânea

1.1 No presente, a casa *do futuro*¹

Japão, fim de tarde de um dia qualquer na década de 1970. No trânsito intenso, um homem voltava para casa, imaginando-se no repouso de uma grande banheira aquecida. Quando chegava em casa, a demora para que a banheira se enchesse impacientava o velho executivo. A solução que ele acabou encontrando foi desenvolver um sistema de radiofrequência que, por controle remoto, do carro, pudesse programar o volume e a temperatura da água. Assim, quando Akio Morita entrava em seu banheiro, aguardava-o uma banheira cheia de água, na temperatura que ele indicava a distância...

Morita, fundador da Sony, foi um dos maiores visionários da história da indústria eletrônica, e seus inventos – ou aqueles desenvolvidos com sua participação – integram o dia-a-dia de milhões de pessoas em todo o mundo: o videocassete, o CD *player*, o *walkman*, os aparelhos de som portáteis... Seus inventos, concebidos para facilitar a vida das pessoas, resultaram em lucros incalculáveis, ajudando a reforçar os alicerces de sólidos e gigantescos impérios econômicos, talvez porque, resolvidas as necessidades do estômago, quem pode pagar volta-se para as coisas do luxo e do conforto. Desse modo, aquecer a água do banho antes de chegar em casa não é mais privilégio de um grande executivo japonês e pode ser feito, inclusive no Brasil, a partir do carro ou do escritório, via Internet, através de um computador de bolso ou convencional, comandando até a quantidade desejada de sabonete, sais e essências perfumadas.

¹Os dados relativos a este capítulo foram extraídos do encarte “Casa inteligente”, da revista *Home theater*, ed. 72.

É impossível medir a profundidade do *abismo técnico* que separa o banho de Akio Morita daquele que tomavam seus ancestrais, aquecendo tachos sobre fogueiras fumacentas, que pareciam cozinar quem se metesse dentro deles.

Do mesmo modo, as televisões de nossa infância, que ocupavam porções consideráveis da sala, foram reduzidas a finos painéis, assemelhados a quadros e gravuras; geladeiras e fornos de microondas *conversam* entre si e, igualmente a distância, preparam a comida, enquanto as pessoas se demoram no trânsito das grandes cidades ou estão em casa, envolvidas com outras coisas; as cortinas dispensam puxadores, transformando os pingentes em elementos de decoração, abrindo-se e fechando-se a partir de comandos sem fio, os quais, igualmente, aquecem a água da piscina, esfriam os ambientes domésticos, acendem ou apagam luzes, ligam e desligam aparelhos de som e açãoam telas com visores que vigiam a casa desde o portão de entrada... Enfim, hoje, cada vez mais, os fãs da eletrônica podem encontrar exemplos sem fim para justificar seu entusiasmo crescente, mesmo que os mais sofisticados desses aparelhos, como é fácil perceber, sejam de acesso limitado a consumidores de maior poder aquisitivo.

Além disso, a crescente introdução desses equipamentos na vida cotidiana reduz os níveis de surpresa das pessoas, estabelecendo-se relações bem mais tranqüilas entre os seres humanos e seus inventos e reduzindo-se o grau de incerteza e imprevisibilidade de seu funcionamento.

Quem não se recorda das cenas em que Jacques Tati envolveu-se com os equipamentos da moderníssima casa de seu tio (*Mon Oncle*), derrubando uma jarra que, ao contrário de se despedaçar diante do assustado visitante, fica pulando, para alegria do inesquecível Tati, que brinca longamente com ela? No mesmo filme, o comando eletrônico de um portão é açãoado pela passagem de um vira-lata sobre um feixe de luz e toda a família acaba presa na garagem. Desesperados, espremidos numa janelinha superior, todos tentam atrair – sem sucesso – o cãozinho para o mesmo lugar invisível que abriria de novo a porta,

mas o animal corre de lá pra cá, sem preocupar-se com a sorte de seus *prisioneiros*.

Atualmente, esses imprevistos tornam-se cada vez mais controláveis, graças ao desenvolvimento dos sistemas de manutenção, que atingiram níveis de sofisticação equivalentes às tecnologias de produção, tudo submetido a rigorosos sistemas informatizados.

Na casa *inteligente*, as prosaicas vassouras, cuja invenção parece perdida em algum canto escuro da história humana, também podem desaparecer, juntamente com os espanadores e até os aspiradores de pó convencionais. Para tomar seu lugar, já existem aspiradores automáticos que dispensam quem os conduza pelos cantos da casa, utilizando células fotoelétricas para detectarem, eles mesmos, os lugares empoeirados, para onde se dirigem a partir de seus próprios sensores programados. E quem imagina uma espécie de robô de ficção descontrolado, batendo em tudo e caindo pelas escadas, saiba que o equipamento, antes de pôr-se em movimento, faz um esquema do território a ser limpo, orientando-se por ele para buscar a poeira até debaixo das camas.

Quanto às geladeiras computadorizadas que vêm chegando, pode-se dizer que elas transformam em velharias irremediáveis aquelas que, ainda hoje, estão nos estoques e vitrines das lojas e nas casas por todo o País. Os ímãs que *enfeitam* as portas dos refrigeradores, contendo números telefônicos para pedir a entrega de pizzas, remédios e outras coisas em domicílio, podem ir para o lixo, pois em seu lugar a nova geladeira ostentará, na porta, um monitor de televisão ligado à Internet, capaz de controlar o interior do aparelho, por meio de códigos de barras, elaborando listas e fazendo compras, via *e-mail*, dos itens que estão se esgotando.

Os telefones celulares, por sua vez, perderam tamanho e vão ganhando sempre novas funções e capacidades, das quais, aliás, quase nunca se dão conta seus

próprios donos, que utilizam percentagens mínimas dos recursos pelos quais acabaram pagando. Hoje, o pequeno aparelho pode transmitir imagens, sons, textos e gráficos, além de gravar músicas que podem ser ouvidas no caminho de casa, onde a máquina de lavar roupas, programada do escritório, cumpre sua velha missão, deixando tempo para os moradores acompanharem, por exemplo, o trabalho da impressora que, sem necessidade do computador, imprime fotos e decide, por conta própria, qual a melhor combinação de cores para a imagem e o serviço pretendidos.

1.2 A TV de cada dia...

Quando o tema é eletrônica, um capítulo especial pode ser dedicado à TV, *personagem* que, desde sua aparição, tem ocupado papel de imenso destaque na vida das pessoas. As imensas caixas de cinqüenta anos atrás, cheias de válvulas e problemas menos visíveis, com seus tubos de imagem de curta duração, sustentavam o trabalho de um exército de *técnicos*. Rodeados pela criançada da casa, esses profissionais do bairro devolviam o milagre da imagem, que transmitia desenhos animados e seriados, além de poucas telenovelas e jornais que, ao vivo, proclamavam-se “testemunhas oculares da história”, tudo em meio a chuviscos infernais que escondiam semblantes e dificultavam a audição, enquanto o pai equilibrava-se no telhado, tentando adivinhar a melhor posição para as antenas de espinha de peixe que uma pipa mal controlada tirava da direção que melhor captava os sinais de transmissão.

Nos últimos anos, os televisores diminuíram o tamanho de seus componentes e ganharam mais nitidez e melhor sonorização, transformando-se em estreitos painéis que devolveram a sala a seus donos mais legítimos. Além disso, a garantia oferecida pelos fabricantes estende-se por vários anos, ameaçando transformar os antigos técnicos em pouco mais do que lembrança destinada à história das ocupações profissionais. Mas, não é só aí que estão as grandes novidades produzidas pela indústria eletrônica, que apenas aguardam decisões

governamentais para fazerem sua entrada no mercado brasileiro, como é o caso da TV digital (DTV).

Na TV digital, uma rede de TV pode desmembrar sua faixa de freqüência, o que lhe permitirá dispor de até seis canais diferentes. Assim, é possível, por exemplo, transmitir um concerto sinfônico de vários ângulos, tanto visuais como sonoros, podendo o telespectador decidir se deseja ouvir, apenas, o primeiro violino, o pianista, os instrumentos de sopro ou a percussão. Mais ainda, graças ao recurso PIP, é possível pôr na tela vários canais ao mesmo tempo.

Atualmente, existem no mercado internacional três sistemas de TV digital disponíveis: o japonês (ISDB), o norte-americano (ATSC) e o europeu (DVB). O governo brasileiro, pela ANATEL, deve decidir-se por um deles, levando em conta a compatibilidade da TV digital com o sistema de telefonia móvel que começa a ser introduzido no País (GSM), o que permitirá ao usuário utilizar seu telefone celular para conferir a programação da TV ou as notícias em tempo real, acessar *e-mails* na tela do televisor e escolher seus filmes armazenados em uma central. Tudo isso porque será possível conectar o televisor a qualquer fonte de imagem, som ou dados, incluindo sinais de satélites, cabos, microondas ou mesmo antenas convencionais.

A DTV tornará corriqueiros os programas interativos, fazendo com que – para alegria de anunciantes – telespectadores encomendem, no momento da transmissão, as roupas de marca usadas por seus artistas favoritos, ou a bebida que degustam na tela, tudo muito bem visto e ouvido, já que o sistema digital está imune a falhas de som e imagem.

Tudo isso, obviamente, deverá envolver bilhões de dólares de investimentos nos próximos anos, animando o interesse de fabricantes, emissoras e anunciantes, todos aguardando o sinal de arrancada que deverá ser dado pela

ANATEL, a fim de partir, decididamente, para a disputa acirrada dos consumidores.

1.3 Olhos que tudo vêem e sentem: “Sorria, você está sendo filmado”

Antigos apartamentos tinham em suas portas um pequeno objeto que permitia enxergar o visitante. Esse *olho mágico* era pouco mais do que um orifício disfarçado com moldura metálica, dotado de uma lente e um dispositivo que, quando aberto, na maioria das vezes, permitia que ambos, visitante e visitado, acabassem se vendo através dele.

Para os níveis de ameaça à segurança que então existiam, o olho mágico cumpria bem suas modestas funções, mas, hoje, especialmente nas grandes cidades, a dimensão dos riscos exige equipamentos bem mais sofisticados e eficientes, e também aqui a eletrônica vem cumprindo importante papel como auxiliar nos sistemas de proteção às pessoas.

Ao chegar em casa de noite, o morador pode se beneficiar do porteiro eletrônico para escapar mais rapidamente dos perigos da rua, ou, caso esteja chovendo, para não se molhar no trajeto entre o carro e o portão. Dentro da garagem, uma fechadura com cartão magnético ou teclas e senhas, imunes a chaves-mestras, abre-lhe a porta que o põe dentro de casa, onde pode aguardá-lo uma banheira já preparada para o relaxamento cotidiano. Mais ainda, todos os seus movimentos podem estar sendo acompanhados pelos familiares, por meio de monitores e câmeras, com imagens que podem ser projetadas na televisão ou na tela do computador. Quando se tratar de um estranho, sua imagem, mesmo à noite, pode ser levada aos moradores por meio de câmeras e visores, o que pode ser ampliado com a instalação de sensores de presença, que emitem alarmes, acendem luzes, trancam portas, gavetas e podem estar ligados ao

interior da residência ou a empresas de segurança, sem o uso de fios, mesmo que os donos da casa estejam viajando.

Do mesmo modo, estabelecimentos comerciais, bancos, fábricas, escolas, aeroportos e estações do metrô são monitorados, ininterruptamente, por sistemas de câmeras e alarmes contra roubos, incêndios e outras ocorrências, tudo eletronicamente projetado, construído e controlado.

Há quem se arrepie com todo esse aparato de vigilância e controle cotidianos, com câmeras espalhadas em lojas, postos de gasolina, bancos, escolas, *shoppings centers*, livrarias etc., indicadas por placas que nos advertem de que *devemos sorrir, pois estamos sendo filmados* – sem qualquer necessidade de autorização prévia, já que isto é feito para nossa própria segurança... Além disso, para aqueles que, de alguma forma, tentarem burlar o *panóptico* de que ninguém escapa, restam os sensores eletrônicos que, nas saídas, disparam campainhas, avisando que o comprador *esquecera* de passar pelo caixa ou que o funcionário responsável por ele descuidara-se de retirar ou desativar o pequeno componente magnético que faz funcionar o alarme.

Por tudo isso, o setor cresce em toda parte. Atualmente, nos EUA, os equipamentos de segurança que funcionam a partir de sistemas automatizados programáveis constituem o ramo que mais tem crescido na indústria eletrônica, valendo lembrar que, também no Brasil, ao aumento da produção tem correspondido uma redução de preços que põe esses mecanismos ao acesso de parcelas cada vez maiores da população, dia a dia menos propensa a alugar cães de guarda para proteger pessoas e patrimônio.

Como se vê, atendendo às solicitações de conforto, lazer e segurança, a eletrônica faz-se cada vez mais presente na vida das pessoas, oferecendo recursos e soluções inimagináveis há dez ou vinte anos. Por conta disso, hoje, cresce o número de pessoas que trabalham em sua própria casa, estabelecendo, elas mesmas, a jornada de trabalho que melhor se adapte a

seu relógio biológico, economizando o tempo das longas idas e vindas casa-trabalho e podendo vestir roupas mais confortáveis do que os indefectíveis ternos e gravatas, o que pode incluir bermudas e até pijamas, algo impensável de se usar no escritório.

1.4 Eletrônica: usos e possibilidades

Do lado de fora da casa, é possível perceber que a circulação interna das cidades, as relações entre elas e as comunicações em nível nacional, continental e planetário também são controladas por equipamentos eletrônicos. Além de todo o vasto setor das telecomunicações e telefonia, os primeiros e mais evidentes exemplos que vêm à lembrança referem-se aos sistemas de trânsito e circulação de pessoas e mercadorias (metrô, rodovias, ferrovias, aeroportos); serviços bancários e hospitalares – todos eles baseados, fundamentalmente, na eletrônica.

Em outro texto desta coleção de monografias, foram apontadas algumas etapas históricas que levaram ao condicionamento da vida contemporânea à eletricidade e seus fabulosos derivados, quando se tratou da passagem “da idade do mito, alimentada pela coragem e ousadia, aos tempos menos heróicos da história”², já que foi graças ao fogo e às ferramentas que o homem começou a agir sobre a natureza para transformar o mundo.

Depois disso, ao longo do tempo, cresceu a importância da eletricidade, o que foi celebrado de modo bastante entusiasmado por um autor, para quem

a eletricidade é provavelmente a mais bela, a mais versátil, a mais poderosa e dócil de todas as forças jamais dominadas pelo homem. Mostra-se ao mesmo tempo infinitamente forte e infinitamente delicada, indo do débil impulso num cérebro animal aos cataclísmicos movimentos do raio, ou da ainda desconhecida³ violência do átomo bombardeado. Hoje, sabemos, ou julgamos saber, que a eletricidade *reside* em nosso corpo e em toda a matéria inanimada.

Historicamente, especialmente em São Paulo, é possível localizar no segundo pós-guerra os primeiros sinais de crescimento da indústria de material elétrico, no interior do processo geral de diversificação da produção que caracteriza o período, quando se reduzia a uma participação no conjunto de alguns ramos mais tradicionais, como, por exemplo, o têxtil, e iam sendo criadas empresas mecânicas, metalúrgicas e de comunicação. A expansão do setor de bens de capital, estratégico para o desenvolvimento industrial, pode ser avaliada comparando-se os índices de seu vertiginoso crescimento – 892%, entre 1940 e 1955 – ao incremento do setor de bens de consumo – 196%, para o mesmo período.

Além disso, recorde-se que, na década de 1950, acentuou-se, sobremaneira, o movimento geral de concentração industrial, como ficou demonstrado no *Censo industrial de 1959*, realizado pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, quando se apurou que os estabelecimentos com mais de 500 empregados detinham as maiores parcelas do mercado brasileiro, especialmente nos ramos que sustentaram a *modernização* dos anos 50: minerais não metálicos (34,7%), metalurgia (45,5%), mecânica (25,8%), material elétrico (39,7%), material de transporte (67,5%) e borracha (64,9%).

Depois de um longo processo de crescimento, acentuado sobretudo na década de 1970 – graças ao incremento dos sistemas de automação da manufatura –, as mudanças mais recentes que atingiram o setor baseiam-se, principalmente, na digitalização e na convergência de sistemas, quando se transmite por um único meio sons, imagens, textos e outros dados, com qualidade e de modo cada vez mais seguro. Associada a essas transformações está a crescente miniaturização dos circuitos, graças ao incrível avanço da microeletrônica.

²SENAI. DN. **A família ocupacional dos técnicos em Calibração e Instrumentação**. Brasília, 2002. 57 p. (Série Monografias Ocupacionais, 3).

³BURLINGAME, Roger. **Máquinas da democracia: as invenções e suas influências sociais nos Estados Unidos**. Trad. Monteiro Lobato. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 1942.

A fibra óptica, cada vez mais utilizada, trabalha na velocidade da luz, transmitindo sons, imagens e dados em uma plataforma única, a altíssimas velocidades, o que tende a se tornar mais rápido ainda em muito pouco tempo. Assim, se atualmente a capacidade de transmissão das fibras ópticas é de 2 bilhões de *bits* por segundo, ou 25 mil ligações telefônicas simultâneas, espera-se que, brevemente, esse volume cresça para 1 trilhão de *bits* por segundo, que será o tempo necessário para transmitir toda a coleção do Wall Street Journal desde 1851 até hoje.

Entretanto, considerando os limites desta monografia, é impossível indicar, mesmo que superficialmente, o vasto leque de aplicações atuais e as possibilidades que se avizinham para os equipamentos eletrônicos em todos os setores da vida social, principalmente porque esses usos são rapidamente ampliados, já que, em espaços de tempo cada vez mais curtos, os grandes centros e laboratórios de pesquisa das universidades, das indústrias e dos governos produzem novos conhecimentos na área da eletrônica, muitas vezes associando-se entre si ou integrando pesquisadores de vários países.

Para ficar em um exemplo bastante expressivo, a revista *Pesquisa Fapesp* divulgou o lançamento para breve de um pequeno sensor – resultante de pesquisa feita a partir da associação entre um laboratório brasileiro e o Departamento de Energia dos Estados Unidos – capaz de avaliar as condições estruturais de viadutos, pontes, túneis e edifícios: “Dotado de uma tecnologia inédita, ele será capaz de monitorar a fadiga de materiais como aço e concreto presentes em pilares, colunas, paredes e outras estruturas de sustentação”. Dispensando baterias ou qualquer fonte de alimentação elétrica externa, o sensor transformará a energia mecânica produzida pelas vibrações que atingem a construção em eletricidade, alimentando com ela seus componentes.

Ao mesmo tempo, fará uma completa avaliação da estrutura, medindo o desgaste que está sofrendo. As informações coletadas ficarão armazenadas no sensor, que será colocado dentro dos pilares ou vigas no ato de sua construção e poderão ser resgatadas por meio de um leitor de radiofrequência apontado para o local onde se encontra. O

pequeno instrumento é constituído por materiais cerâmicos piezelétricos que produzem eletricidade quando submetidos a algum tipo de pressão

e será de grande utilidade para “monitorar a condição de edifícios, pontes e torres que se encontram em áreas atingidas por terremotos, vendavais e ataques por bombas”.⁴

No caso do setor industrial, que aqui interessa mais diretamente, a importância da eletrônica concentra-se nos segmentos voltados para a produção automatizada da manufatura e para os sistemas de comunicação de dados, havendo ainda, para o conjunto da economia, uma larga faixa de mercado destinada aos sistemas de base microeletrônica, como é o caso das utilidades domésticas e equipamentos de transporte, construção civil, comércio e segurança pública.

Para ilustrar o processo irreversível de automação da manufatura, é possível lembrar o uso de veículos automáticos, os AGVs, ou *Automatic Guide Vehicles*, orientados por um sistema de navegação a laser, que são capazes de transportar as matérias-primas desde o portão da fábrica até os armazéns, igualmente automáticos. A partir desse sistema, que já funciona na Europa e Estados Unidos desde 1997-1998, o transporte do material até os diferentes setores da produção é feito por milhares de contentores, movidos por um transelevador seguido de perto pelos AGVs. Sistemas inteligentes orientam os AGVs para que **ele**s atendam aos pedidos, que podem vir de mais de uma centena de estações ou pontos de carga e descarga espalhados pela planta da fábrica.

O AGV confirma sua posição a partir de espelhos que refletem o laser. Esses espelhos, que chegam a refletir vinte sinais por segundo, permitem um acompanhamento seguro de cada AGV praticamente ininterrupto.

⁴PESQUISA FAPESP. São Paulo: FAPESP, 1995. Mensal, n. 77, julho de 2002, p. 63.

Além dessa tendência à automação crescente, assiste-se, atualmente, como tendências dominantes do setor, a uma *ampliação acelerada da robótica e à integração dos sistemas*, o que facilita o controle a distância de todo o processo, como já acontece em muitas indústrias, onde, graças a sistemas inteligentes, um operador acompanha e supervisiona todo o trabalho de enormes unidades produtivas a partir de estações.

Evidentemente, todas essas mudanças interferem, diretamente, na mão-de-obra destinada ao dinâmico setor da eletrônica, transformando perfis e alterando demandas com rapidez cada vez maior, valorizando-se, especialmente, o profissional com sólida formação teórica, já que esta é uma condição indispensável para se lidar com aparelhos e componentes de última geração. Isto exige – é fundamental destacar – *compromissos com a formação continuada, capacidade de trabalhar em equipe e forte dose de iniciativa, além de uma visão generalista, associada ao domínio de conhecimentos específicos dos sistemas eletrônicos envolvidos nos processos automatizados de produção e controle, além daqueles relacionados à comunicação de dados.*

2 O Profissional da Eletrônica

2.1 Formação

O Técnico em Eletrônica adquire sua formação básica inicial em uma escola técnica. No caso do SENAI, a descrição de um desses cursos esclarece que ele tem por objetivo preparar o egresso para o desempenho do amplo conjunto de atividades a seguir relacionadas:

- *Projetar e desenhar circuitos eletrônicos;*
- *Especificar materiais, componentes, equipamentos e sistemas a serem adquiridos;*
- *Emitir parecer técnico sobre materiais;*
- *Identificar defeitos em máquinas e equipamentos controlados por microprocessadores;*
- *Instalar equipamentos para acionamento industrial;*
- *Realizar manutenção corretiva de aparelhos, equipamentos e sistemas eletrônicos;*
- *Reparar ou substituir elementos eletrônicos defeituosos em máquinas e/ou equipamentos;*
- *Programar microcontroladores para o gerenciamento de máquinas e/ou processos produtivos;*
- *Assessorar engenheiros eletrônicos e prestar assistência técnica em estudos e projetos;*
- *Executar medidas de organização, higiene e prevenção de acidentes de trabalho;*
- *Coordenar atividades, aplicando conhecimentos relativos à chefia e liderança, bem como de organização e métodos.⁵*

⁵SENAI, DN. **Catálogo de cursos técnicos e de nível superior do SENAI**. Brasília, 2000. p.129. (O exemplo aqui citado refere-se ao curso Técnico em Eletrônica, ministrado no Rio Grande do Sul e destinado a estudantes que já concluíram o ensino médio. O curso tem duração de 1.440 horas e é desenvolvido em quatro semestres).

Como se sabe, são muitas as razões que levam um jovem a optar por uma determinada profissão. Essa escolha determina rumos para toda a vida, projetando ambientes profissionais e sociais futuros. No caso da eletrônica, por exemplo, a importância crescente do setor na vida contemporânea costuma ser um dos fatores determinantes da opção profissional. Trata-se de uma profissão de grande reconhecimento e isto, certamente, inspira os jovens no momento de iniciarem sua formação profissional.

Douglas, por exemplo, trabalha hoje em uma grande indústria do setor, recordando que sua opção foi incentivada pela própria tradição familiar:

Na verdade isso é meio familiar. O meu avô e o meu pai trabalharam também na área técnica. Só que meu pai foi para a área de mecânica. E com as inovações, mais pelo mercado, eu preferi fazer eletrônica. Eu fiz SENAI aqui primeiro e depois entrei na indústria. Na verdade, de uns tempos pra cá, tudo está sendo automatizado. Não tem mais aquela mecânica pronta que tinha antigamente. Hoje não; hoje, já tem placas, circuitos elétricos e automação... Acho que foram os fatores principais da escolha. (DAM)

Na visão que os profissionais têm do setor em que atuam, percebe-se que a escolha aparece recompensada pela realização profissional, já que se trata de uma área de grande dinamismo e importância, inclusive por constituir a base de alguns dos mais importantes setores produtivos da atualidade, como as telecomunicações, a automação industrial e a informática:

Essas áreas nasceram em virtude do desenvolvimento da eletrônica. A primeira fase da eletrônica é a fase das válvulas, a segunda é a dos transistores, dos componentes discretos, a terceira é a fase dos circuitos integrados, da microeletrônica, da microfabricação. Agora, a fase mais atual é a do SMD, dos dispositivos montados em superfície, e é esta última fase que dá suporte para esse desenvolvimento acelerado das telecomunicações. Se não fosse a eletrônica disponível, as telecomunicações não teriam a evolução que têm hoje. (GMB)

O fato de ser a eletrônica uma espécie de pré-requisito para o desenvolvimento das telecomunicações faz com que, no SENAI, os dois cursos técnicos que preparam os futuros profissionais tenham uma base comum, assentada na eletrônica, e que deve ser seguida por todos os alunos, como esclarece Geraldo:

O curso é de dois anos, tem quatro semestres, e o primeiro deles é exatamente igual; 25% do curso são exatamente iguais. Depois, no segundo e terceiro termos, alguns componentes são iguais para os dois cursos. Então, se eu pegar os dois cursos e fizer uma avaliação, de 40% a 45% é o mesmo para os dois cursos. O que difere de uma coisa para outra? É que, nas telecomunicações, a visão é da área de telecomunicações; já na eletrônica não. A eletrônica tem um propósito mais eclético, de pegar todas as áreas relacionadas e dar uma visão sistêmica para o técnico de uma dessas áreas. Então, o técnico em eletrônica vê informática, vê telecomunicações e vê automação, de forma que ele, no mercado de trabalho, com um pouco mais de preparação, pode entrar em cada uma dessas áreas, inclusive telecomunicações. Por exemplo, dentro da eletrônica, a gente tem uma saída chamada de sistema de aquisição e comunicação de dados, onde o objetivo é formar um profissional que possa desenvolver sistemas de aquisição e comunicação de dados usados em automação, seja automação da manufatura, controle e processos ou, também, no setor bancário, que é uma outra área onde esse técnico é bastante utilizado. (GMB)

Sílvio, por sua vez, começou no SENAI como aluno do curso de ferramentaria, profissão em que chegou a atuar na indústria, mas recorda que sua trajetória de trabalho acabou sendo dirigida para o setor educacional:

Como na época eu tinha uma tendência muito forte à área de humanas, fiz um curso de formação de professores primários, curso normal de formação de professores primários. Eu fiz esse curso, entrei para a área

pedagógica, acabei me apaixonando por ela e fiquei até hoje... Sou diretor do SENAI há 26 anos, e já dirigi muitas escolas. (SJM)

Perguntado sobre as habilidades requeridas de um jovem que queira fazer o curso Técnico em Eletrônica, Sílvio respondeu que

o técnico em eletrônica tem que gostar de cálculo, tem que ser hábil em relação à matemática, tem que ser um aluno que goste de física, tem que ter habilidade com o raciocínio rápido, lógico, enfim... Além do raciocínio lógico, ele tem que desenvolver também a criatividade; trabalhar isso para dar um equilíbrio e para não ser somente um aluno técnico e só desenvolver-se na área técnica. Mais: ele tem que ser uma pessoa que goste de estar sempre pesquisando; senão fica difícil para ele entrar na área eletrônica. É muito difícil. O campo requer que a gente seja sempre uma pessoa curiosa, esteja sempre buscando conhecimento. (SJM)

Por isso,

o curso privilegia os conhecimentos mais profundos de tecnologia da área de eletrônica, formando um profissional apto para trabalhar numa empresa de componentes, de automação da manufatura, e não para fazer reparo em eletrodomésticos. Para estes casos, qualquer pessoa que queira fazer um curso nosso para aprender a fazer, por exemplo, um reparo em ferro elétrico, faz o curso e se habilita rapidamente a fazer reparos. Nós damos esses cursos para que as pessoas possam, no dia-a-dia na sua residência... tem uma pane ali no liquidificador, na batedeira elétrica, ela rapidamente sabe trocar o fio, sabe tirar o curto; isso a gente ensina no curso rápido, você não precisa ser um técnico em eletrônica para fazer isso. O nosso técnico em eletrônica é especializado na automação da manufatura e ele trabalha em empresas que operam com o sistema de produção

automatizado. Como todo técnico, ele é planejador, supervisiona projetos de sistema de automação, trabalha com componentes e equipamentos, uma série de subsistemas de programas de computadores, utiliza equipamentos e ferramentas em laboratório, salas de projeto, oficinas de CAM, e emprega conhecimentos tecnológicos que absorve durante o curso. Basicamente, a visão do técnico em eletrônica é essa. (SJM)

Em seguida, descrevendo o ambiente geral em que se processa a formação do Técnico em Eletrônica, Sílvio começa pelos laboratórios, concebidos visando à formação ampla do aluno. Depois, referindo-se aos conteúdos curriculares do curso, destaca que

não se pode conceber um técnico em eletrônica sem o conhecimento básico em eletricidade, que é o início do curso. Em seguida, vem a eletrônica analógica, a eletrônica industrial. Tem também hidráulica, pneumática, que são da área da mecânica, mas que o técnico em eletrônica tem que conhecer também, porque existem hoje processos eletrohidráulicos, eletropneumáticos. Aí, ele entra na manufatura integrada por computador, que é outro laboratório da escola onde está a máquina-ferramenta CNC. No segmento final do curso, que já é, realmente, um segmento bastante industrial, ele faz robótica, *software*, técnicas digitais – coisas que o Técnico em Eletrônica tem necessidade de conhecer para trabalhar na indústria. Eu diria que a escola dá ao técnico em eletrônica uma visão realmente ampla do setor, desde o básico até o mais sofisticado. Mesmo que isso não se faça com os equipamentos de última geração, que estão nas grandes empresas, trabalhamos com equipamentos que atendem a um bom segmento de mercado, das micro, pequenas e médias empresas. Na grande, ele vai se especializar depois, mas ele já leva da escola um conhecimento técnico realmente amplo e muito bom da área para poder se desenvolver depois.

Por tudo isso, o técnico em eletrônica difere um pouco dos demais técnicos que têm algum produto final, uma peça que eles realizam, um produto que você realmente percebe, pode ver. Qual é o produto acabado do técnico em eletrônica? É o material eletrônico, quer dizer, são componentes, automação, que não são como uma peça que um aluno da mecânica faz, ou da cerâmica, do plástico, que são produtos que você vê acabados. A eletrônica é diferente, e o aluno trabalha com algo assim de laboratório; você não tem produto final que possa pegar e vislumbrar. (SJM)

Etapa fundamental no processo de educação técnica, o estágio obrigatório desenvolvido na indústria representa a estratégica passagem para a vida profissional do técnico que está sendo formado. Por conta dessa importância, foi criado um rigoroso programa de supervisão e acompanhamento do estágio, sob responsabilidade de um técnico da escola, que acompanha todos os passos do aluno na empresa, estabelecendo contatos permanentes com os profissionais da indústria com os quais o jovem convive.

Ao final do estágio – que, no caso do SENAI, pode ser de até seiscentas horas –, o estudante elabora um trabalho final que, depois de ser apresentado e avaliado na escola, finalmente o habilita para o início da vida profissional propriamente dita.

O ambiente escolar, muitas vezes, seduz o técnico, sendo bastante comuns os casos em que ele opta por permanecer na própria instituição onde fez seu curso profissionalizante, como aconteceu com Aurélio:

Minha história na área de eletricidade tem mais de trinta anos. Eu comecei aqui nesta escola. Vim para cá com 14 anos... A gente não tinha uma definição vocacional. Um amigo disse: 'Ah, vamos fazer um curso no SENAI?' Eu não fazia nada na época – estudava sim, mas não emprego ou coisa do gênero e disse: 'vamos'.

Das opções que eu tinha na época, escolhi eletricidade e fiz em dois anos: 1966/1967. Na época, o curso era, assim, bem – 30 anos atrás – bem manual; exigia bastante habilidade manual. No primeiro semestre, ainda eram feitas instalações residenciais dos mais variados tipos que se usava na época. Um semestre era montagem eletromecânica. A gente tinha mais um semestre, vamos dizer, de habilidades manuais, voltadas para a área de eletromecânica, onde se montava algumas coisas mecânicas que eram usadas em eletricidade. Outro semestre era voltado para eletricidade industrial, onde se via máquinas elétricas, e mais um onde se via enrolamento de máquinas, enrolamento de motores, uma coisa que hoje já não se vê mais; não compensa mais financeiramente fazer, mas naquela época compensava. (AR)

Atualmente, na área da eletrônica – e não apenas nela, insiste-se –, o melhor currículo que um profissional pode apresentar é um comprovado compromisso com a atualização e a formação constantes. Também aqui, após cumprida a etapa indispensável da formação técnica escolar, para manter-se valorizado no mercado, o Técnico em Eletrônica deve buscar atualização constante, como enfatizam todos os profissionais que relataram suas experiências para compor esta monografia.

Douglas, por exemplo, recorda:

Quando eu comecei a minha carreira, fiz mecânica primeiro; eu fiz lá embaixo, na escola SENAI Roberto Mange. Eu fiz três anos de mecânica. Daí, eu saí de lá e fiquei um tempo em uma indústria. Então, surgiu a oportunidade de fazer eletrônica aqui: ‘ – Bom, eu já tenho mecânica e, se puder fazer eletrônica, para mim está tranquilo’. Daí eu fiz o teste, passei e comecei a fazer eletrônica aqui. Foram mais três anos. Nesses três anos, eu sentia a falta de alguma coisa ligada a computador. Então, pensei: ‘Ao invés de fazer um colégio

normal à noite, eu faço técnico em processamento de dados'. Aí, foi assim: eu ia na empresa de manhã, à tarde eu vinha para o SENAI e à noite eu fazia processamento de dados. Então, foram três anos dessa maneira. Quando eu saí daqui, não vou dizer que sabia tudo, mas eu sabia um pouquinho de cada coisa e dava para me virar. Foi aí que surgiu a oportunidade de ir para outra indústria e eu fui para lá. A partir daí, eu comecei a ir atrás de curso de AUTOCAD, curso de programação de Visual Basic, e fui me aperfeiçoando. Foram várias linguagens de programação. Sempre que eu tinha um tempinho, ia ver se tinha algum curso legal pra fazer e fazia. Aí eu comecei a faculdade[...] (DAM)

Quando olham para trás, do lado de cá de muitos anos de atividade na área da eletrônica, os profissionais são unânimes em indicar as transformações profundas que atingiram o setor, em curto espaço de tempo. Igualmente, coincidem suas observações sobre a rapidez cada vez maior com que as mudanças se processam, o que impõe revisões de currículos e todo um processo constante de formação e treinamento destinados aos técnicos, independentemente do setor produtivo em que estiverem atuando. Isso também quer dizer que a descrição dos perfis profissionais, como não poderia deixar de ser, deve assentar-se na observação mais rigorosa possível das situações atuais, sem descartar a consideração das tendências que já se avizinham, por conta das transformações tecnológicas que caracterizam o setor.

2.2 Perfis profissionais e variação tecnológica

A família ocupacional dos Técnicos em Eletrônica é constituída pelos Técnicos Eletrônicos, Técnicos de Manutenção Eletrônica, Técnicos de Manutenção Eletrônica (circuitos com máquinas CNC) e Técnicos em Manutenção de Equipamentos de Informática.

Antes de entrar no detalhamento mais pormenorizado das tarefas e funções que compõem o espectro de atividades desempenhadas pelos profissionais da família dos Técnicos em Eletrônica, convém registrar que este capítulo da monografia, por seu caráter eminentemente técnico, vai ser apresentado de forma esquemática, devendo ser considerado sempre no interior das considerações de caráter mais narrativo que, em geral, caracterizam o texto. Isso foi feito para se obter uma visão tão ampla quanto possível da área, especialmente visando à orientação de jovens profissionais interessados em conhecer um espectro o mais amplo possível das oportunidades de trabalho que se abrem à sua frente.

O *Técnico Eletrônico*, em geral, executa tarefas de caráter técnico relativas ao planejamento, avaliação e controle de instalações, aparelhos, circuitos e outros equipamentos eletrônicos, orientando-se por plantas, esquemas, instruções e outros documentos específicos e utilizando instrumentos e equipamentos apropriados, para cooperar no desenvolvimento de projetos de construção, montagem e aperfeiçoamento dos equipamentos mencionados.

O *Técnico de Manutenção Eletrônica* executa tarefas de caráter técnico relativas a projetos de manutenção e instalações, aparelhos, circuitos e outros equipamentos eletrônicos, orientando-se por plantas, esquemas, instruções e outros documentos específicos, utilizando instrumentos apropriados, para garantir o perfeito funcionamento dos mesmos.

O *Técnico de Manutenção Eletrônica (circuito de máquinas com Comando Numérico)* executa a manutenção de circuitos eletrônicos de comandos numéricos de máquinas-ferramentas, analisando o funcionamento do sistema, identificando o local do defeito, substituindo ou reparando a placa de circuito impresso danificada,

testando a máquina, para garantir o perfeito funcionamento dos equipamentos.

O *Técnico em Manutenção de Equipamentos de Informática* executa tarefas de caráter técnico relativas a projetos de manutenção e instalações de equipamentos de informática, orientando-se por plantas, esquemas, instruções e outros documentos específicos, utilizando instrumentos apropriados, para garantir o perfeito funcionamento dos mesmos.

No conjunto, as funções desempenhadas por esses profissionais no universo produtivo podem ser agrupadas a partir de dez conjuntos de habilidades, que compõem a grande área de competências que caracterizam o trabalho dos Técnicos em Eletrônica:

A) Consertar aparelhos eletrônicos.

1. Avaliar o funcionamento dos aparelhos conforme padrões de desempenho.
2. Identificar defeitos em equipamentos eletrônicos.
3. Interpretar esquemas elétricos.
4. Identificar as causas dos defeitos.
5. Identificar componentes eletrônicos.
6. Substituir componentes danificados, se necessário.
7. Modificar circuitos eletrônicos.
8. Fazer calibração de aparelhos eletrônicos.
9. Testar aparelhos eletrônicos com instrumentos de precisão.

B) Instalar equipamentos/aparelhos eletrônicos.

1. Avaliar ambiente e condições de instalação dos equipamentos/aparelhos.
2. Inspecionar equipamentos/aparelhos visualmente.
3. Verificar ajustes em equipamentos/aparelhos eletrônicos conforme parâmetros.
4. Calibrar os equipamentos/aparelhos eletrônicos.
5. Formular testes em condições diversas.

C) Desenvolver dispositivos de circuitos eletrônicos.

1. Identificar a alteração ou mudança do dispositivo.
2. Especificar componentes eletrônicos.
3. Calcular custos de dispositivos eletrônicos.
4. Demonstrar benefícios do dispositivo para o cliente.
5. Montar circuitos eletrônicos.
6. Testar circuitos eletrônicos.

D) Fazer manutenção corretiva dos equipamentos.

1. Deslocar-se para manutenção em loco.
2. Levantar dados sobre o problema com o usuário.
3. Avaliar o funcionamento dos equipamentos conforme especificações.
4. Identificar os defeitos/problemas dos equipamentos.
5. Analisar o esquema elétrico dos equipamentos.
6. Analisar causa do defeito/problema dos equipamentos.

7. Corrigir o defeito/problema apresentado nos equipamentos.
8. Testar os equipamentos.

E) Fazer manutenção preventiva e preditiva dos equipamentos.

1. Identificar necessidade de realizar manutenção.
2. Cumprir plano de manutenção preventiva e preditiva.
3. Trocar peças conforme vida útil preestabelecida.
4. Conferir os ajustes conforme o padrão.
5. Testar o funcionamento dos equipamentos.

F) Sugerir mudanças no processo de produção.

1. Balancear processo produtivo.
2. Apoiar dispositivos de automação.
3. Complementar dispositivos de automação.
4. Instalar equipamentos eletrônicos.
5. Reformular o processo produtivo.
6. Preparar a linha para a produção em massa.

G) Treinar pessoas.

1. Passar conhecimentos técnicos para operadores.
2. Orientar operadores sobre condições de risco de acidentes.
3. Avaliar o desempenho operacional dos operadores.
4. Habilitar operadores para função.

H) Organizar o local de trabalho.

1. Desligar aparelhos e instrumentos.
2. Organizar ferramentas e instrumentos.
3. Selecionar material bom/rejeitado.
4. Limpar a área de trabalho utilizando material adequado.
5. Proteger equipamentos dos resíduos (poeira...).

I) Estabelecer comunicação oral e escrita.

1. Estabelecer relações funcionais internas e externas.
2. Participar de reuniões técnicas com pessoal interno e externo.
3. Redigir procedimentos de trabalho.
4. Preencher laudos técnicos.
5. Emitir relatórios técnicos.
6. Preencher cartão de rastreabilidade do aparelho.
7. Elaborar gráficos de resultados.
8. Registrar ocorrências em boletins, formulários e carta de manutenção.
9. Preencher formulário de disposição de peças rejeitadas.

J) Competências pessoais.

1. Ter sigilo profissional.
2. Ter conhecimento de inglês técnico.
3. Ter conhecimento de informática para operar aplicativos padronizados.
4. Trabalhar sob pressão.

5. Lidar com clientes e fornecedores.
6. Seguir normas técnicas vigentes.
7. Demonstrar capacidade de raciocínio sintético e analítico.

Obviamente, o desenho dos perfis profissionais varia em função do setor produtivo em que estiver atuando o técnico, e é aí que o aperfeiçoamento contínuo se torna necessário, já que a formação escolar, embora básica e indispensável, não pode contemplar todo o conjunto de especificidades do vasto e complexo mundo da eletrônica. Veja-se, a seguir, a título de exemplo, o perfil do Técnico em Eletrônica que trabalha com sistemas de aquisição e comunicação de dados.

Perfil do Técnico em Eletrônica – sistemas de aquisição e comunicação de dados

Planeja, supervisiona e desenvolve, sob supervisão, projetos de sistemas de aquisição e comunicação de dados empregados em automação industrial e comercial, integrando componentes e equipamentos, subsistemas e programas de computadores, utilizando instrumentos de medição e controle, equipamentos e ferramentas, em laboratórios, salas de projeto, oficinas e em campo, empregando técnicas gerenciais, elaborando e utilizando planilhas de custos, seguindo normas técnicas, ambientais, de qualidade, saúde e segurança no trabalho, e metas da empresa, realiza instalação e manutenção desses sistemas.

1. Concebe e executa projetos de sistemas de aquisição e comunicação de dados, utilizando equipamentos e ferramentas e recursos de informática, de acordo com normas técnicas e especificações definidas pelo cliente, elaborando documentação técnica e aplicando, quando necessário, técnicas de desenho e de representação gráfica.

2. Coordena e orienta tecnicamente profissionais que atuam em projetos, instalação e manutenção de sistemas de aquisição e comunicação de dados, na fabricação de componentes e equipamentos eletrônicos, aplicando métodos e técnicas de gestão de recursos humanos e materiais.
3. Avalia as características e propriedades dos materiais, insumos e componentes de sistemas de aquisição e comunicação de dados, realizando testes, medições e ensaios de acordo com técnicas específicas, visando à melhoria da qualidade e produtividade nos processos de automação industrial e comercial, podendo também elaborar manuais técnicos.
4. Planeja e realiza a manutenção de componentes, equipamentos, subsistemas e programas de computadores, utilizados em sistemas de aquisição e comunicação de dados, em trabalho integrado com equipes multiprofissionais, utilizando materiais, dispositivos, máquinas e equipamentos, seguindo normas técnicas, especificações de catálogos e manuais de fornecedores e elaborando documentação técnica.
5. Instala máquinas, equipamentos, instrumentos de medição e controle, dispositivos, componentes e programas de computadores, utilizados em sistemas de aquisição e comunicação de dados, seguindo normas técnicas, especificações de catálogos e manuais de fornecedores e elaborando documentação técnica.
6. Detecta defeitos em equipamentos, analisando sistemas de aquisição e comunicação de dados, interpretando desenhos esquemáticos, leiautes de circuitos, desenhos técnicos, utilizando-se de técnicas, equipamentos, instrumentos e ferramentas apropriadas.
7. Elabora desenhos esquemáticos e leiautes de circuitos, equipamentos e sistemas empregados em automação industrial e comercial, utilizando técnicas de desenho e de representação gráfica assistidas por computador.

8. Realiza estudos de melhoria em sistemas de automação industrial e comercial, nos processos de produção e manutenção, referentes ao leiaute do ambiente de produção e ao fluxo de materiais, propondo incorporação de novas tecnologias, quando aplicáveis, considerando métodos, processos e logística próprios do ambiente fabril e comercial, aplicando normas técnicas de qualidade, saúde e segurança no trabalho e de preservação ambiental.
9. Orienta e assiste tecnicamente os setores de compra, venda, planejamento e controle, no que se refere a custos de fabricação, instalação e manutenção de máquinas e equipamentos de sistemas de aquisição e comunicação de dados, considerando a relação custo-benefício e elaborando planilhas de custos, quando necessário.
10. Desenvolve ações de melhoria nas redes de distribuição de energia, buscando a racionalização do uso energético, contribuindo com o desenvolvimento tecnológico de fontes alternativas e com a preservação do meio ambiente.
11. Identifica os elementos de conversão, transformação, transporte e distribuição de energia, aplicando-os nos trabalhos de instalação e manutenção nos sistemas de automação industrial e comercial.
12. Elabora relatórios técnicos referentes a testes, ensaios, experiências, inspeções e programações.

Do ponto de vista das mudanças tecnológicas que interferem diretamente no perfil do Técnico em Eletrônica, de acordo com alguns profissionais da área da educação técnica que atuam no SENAI,

a mudança maior está acontecendo por causa das telecomunicações. As telecomunicações estão causando uma mudança muito grande de paradigmas: em 1948, veio o transistor e, depois, o circuito integrado, quando o homem deixou de ser um coadjuvante que só alimentava a máquina e passou a ocupar o papel de pensar. Então, a eletrônica passou

a auxiliar nesse trabalho de alimentar a máquina. Hoje, você tem uma modificação maior ainda: as telecomunicações e os recursos computacionais quebraram todos esses paradigmas e você tem de novo o homem, agora numa função de pensador, e ele tem que se aperfeiçoar cada vez mais para aprender essa gama de informações. (CAM)

Esse conjunto de fatores também se faz presente na hora em que o jovem escolhe o curso que deseja fazer, como enfatiza o mesmo profissional, ao destacar as áreas de maior procura e chamar a atenção, mais uma vez, para a necessidade de atualização constante:

Eu vejo, aqui na escola também, que a maior procura é pelos cursos de telecomunicações e redes de computadores ou na área de informática mesmo. Então, as pessoas têm que se atualizar, porque hoje o maior bem de uma empresa, o capital, não é mais medido por ativo ou fixo; hoje, você mede quanto vale uma empresa pelos seus recursos humanos, pelas pessoas que trabalham nela. Você percebe, então, uma mudança grande de paradigma, pois hoje você tem muitas empresas que são virtuais, sem uma estrutura física, um prédio ou pessoas batendo cartão... Isso a gente vê muito na internet. O maior exemplo é a Microsoft, que não comercializa um produto e, sim, um conhecimento. A indústria física existe, lógico. Ela não vai deixar de existir, só que ela vai ficar concentrada em alguns pólos. (CAM)

As transformações, sempre mencionadas, que vêm atingindo a área da eletrônica são devidas, especialmente, à microeletrônica, invariavelmente apontada pelos profissionais do setor quando avaliam as características atuais do mercado de trabalho do Técnico em Eletrônica e tecem considerações sobre as perspectivas que podem ser apontadas para os próximos anos. Geraldo, por exemplo, relaciona a microeletrônica aos trabalhos de manutenção dos equipamentos:

Nesta questão da microeletrônica ou da redução dos custos de fabricação das placas eletrônicas, hoje, a metodologia de manutenção

é outra. Hoje, para o técnico é mais fácil pegar uma placa e substituir por outra do que pegar aquela placa, analisar e querer fazer manutenção. Isso é uma coisa marcante na vida do técnico. Hoje, ele olha mais a questão sistêmica do que a questão individualizada dos circuitos e dos subsistemas. Além disso, a indústria acaba pegando o técnico para trabalhar na linha de produção. Como conhece a área, ele tem uma formação que atende, no caso, à questão do trabalho em células ou trabalho em equipe. O que vem a ser isso? Ele, frente aos problemas que venham a surgir na linha de produção, ele tem um embasamento, uma formação melhor para trabalhar com o problema. De repente, algumas coisas ele pode resolver ali no seu espaço e não acionar outros setores da linha de produção. São coisas que facilitam. (GMB)

Embora sejam essas as tendências dominantes no setor eletrônico, no que se refere ao mercado de mão-de-obra, a professora Maria Eulina acrescenta ponderações que são de grande importância quando se pensa no processo de aperfeiçoamento de mão-de-obra, já que tratam de alguns limites que precisam ser destacados, para que toda a ênfase que se dá à necessidade da formação continuada não vire apenas um longo e ineficaz discurso, que não aponte e divida responsabilidades e compromissos, já que ela exige o envolvimento direto e decisivo das próprias empresas empregadoras:

Pelo contato que eu tenho com as pessoas, pelo contato que eu tenho com o trabalhador, a gente vê diferenças e dificuldades imensas. Você tem tecnologias de ponta ao mesmo tempo em que você tem empresas que, em alguns aspectos, ainda estão em 1950, 60, 70. Os trabalhadores que estão nessas empresas não têm muita possibilidade de se atualizar, já que essa atualização custa dinheiro, e tendo em vista a realidade do nosso trabalhador, onde o salário é de subsistência, pouco sobra para ele se atualizar, por causa tanto da questão financeira quanto da questão de tempo, porque não sobra muito das suas oito horas de trabalho, mais as de locomoção. (ME)

Após fazer essa advertência, Maria Eulina enfatiza a importância do treinamento, desde a escola, principalmente para reforçar os vários níveis de componentes que formam os ambientes de trabalho:

O conhecimento teórico ou mesmo o prático só não bastam. Se você for analisar, em todas as empresas vai ter um nível de conhecimento, um nível de habilidades e um nível de atitudes. O treinamento da pessoa será sempre para cobrir uma carência, e isso não quer dizer que ele não saiba. É que, para aquilo que é esperado do trabalho no setor em que ele atua, o rendimento dele, a qualidade de trabalho, o volume de retrabalho e de refugo estão fora do esperado. Então, a chefia e o profissional de RH, através de uma metodologia que se chama Identificação de Necessidades e Desenvolvimento, vão identificar o que essa pessoa está precisando. Na atitude, você vai trabalhar, essencialmente, o vivencial e o comportamental, porque existem profissionais que têm conhecimento, têm habilidade, mas não têm atitude e, aí, você vai trabalhar responsabilidade, segurança, empatia. Se a pessoa trabalha com dados sigilosos da empresa, você trabalha a responsabilidade do sigilo, da ética profissional – e a gente trabalha isso em todos os níveis da empresa, desde o chão da fábrica até o nível gerencial, e o grupo que mais absorve é o pessoal de chão de fábrica, porque eles nunca tiveram oportunidade, nunca ninguém chegou para falar na linguagem que eles entendem. Na verdade, quando a gente fala em treinamento, estamos falando de uma pequena parte de todo o processo de educação. Agora, o nível de escolaridade e o nível de habilidade e experiência na função são extremamente variados, e quando é na empresa depende, inclusive, dos critérios de seleção e de recrutamento da empresa, mas o treinamento é sempre voltado para uma necessidade específica. Então, você vai sanar aquela carência,

aquela deficiência, com aquele treinamento. Por exemplo, na minha área, que é qualidade, eles vão desenvolver ferramentas, eles vão homogeneizar conceitos, se motivar, se sensibilizar, aplicar algumas ferramentas, inclusive, algumas metodologias que são base para qualquer empresa garantir a qualidade, e você trabalha dentro desse contexto. E como é uma educação de adultos, você tem que considerar que o adulto já tem toda uma formação e, na verdade, você não vai ensinar; você é o facilitador para que eles possam desenvolver a potencialidade que eles têm, só precisam de orientação, e isso você faz tanto no campo técnico, que às vezes é o caso de treinamentos na área de informática, eletrônica etc., como no campo comportamental. Várias ferramentas da qualidade estão nos dois campos, tanto no operacional quanto no comportamental, onde você desenvolve as atitudes e as habilidades. (ME)

José Luís, por sua vez, responde pelos treinamentos industriais e pelos programas de educação continuada da escola, desenvolvidos a partir de cursos especiais, com duração que vai de 26 a 110 horas, realizados na própria unidade do SENAI e abertos à comunidade:

Eu diria que é o nosso balcão, porque são os produtos que nós temos na prateleira: a pessoa chega na recepção, nós temos alguns produtos a oferecer, e ela escolhe o curso, a partir de alguns pré-requisitos, que variam de acordo com a natureza do curso. Em geral, a clientela desses cursos é muito variada; tem pessoas de empresas que estão procurando se reciclar, procurando melhorar algum conhecimento específico; tem pessoas que estão desempregadas e estão procurando uma inserção no mercado de trabalho e, então, elas precisam de um certificado para provar aquele conhecimento, e tem pessoas dos próprios cursos técnicos da escola, que querem se

aprofundar em algum tema e procuram, também, alguns cursos especiais da educação continuada. Nesses cursos de educação continuada, nós temos muitas pessoas que trabalharam muito tempo numa determinada área e a quem, hoje, é pedido um conhecimento mais atual, mesmo dentro daquela área, mais ligado ao computador ou aos equipamentos; então, ele tem que estar aprendendo, se reciclando. Nós temos profissionais aqui, dentro da educação especial, que estão aqui para se recicarem, para se atualizarem e não podem parar, principalmente numa área como essa da eletrônica, onde muitas coisas aparecem. Então, eu sinto que realmente há essa necessidade no aprender sempre. (JLLCT)

2.3 O trabalho do profissional da eletrônica

A descrição a seguir foi formada com dados dos depoimentos de profissionais que atuam na área da eletrônica – seja no processo de ensino e aprendizagem, seja na indústria –, a partir de entrevistas com Sílvio, Aurélio, José Luís e Douglas. Ligeiramente adaptadas, para evitar justaposições ou repetições, suas falas compuseram um quadro desenhado pelos próprios profissionais da área, somando experiências acumuladas ao longo de várias trajetórias de vida e trabalho. Parece necessário registrar, contudo, que a descrição não pretende esgotar a totalidade das tarefas e funções desempenhadas por este profissional dia a dia mais valorizado, entrando aqui a título de exemplo, pois a complexidade da área, aliada à abrangência com que ela interfere nos mais variados setores econômicos, impede qualquer tentativa de tratamento exaustivo, especialmente se considerarmos os limites desta monografia.

No caso do setor industrial, o destaque inicial vai para a automação da manufatura. Aí, o Técnico em Eletrônica encontra vasto campo de trabalho, pois

ele se adapta das micro às grandes indústrias, onde recebe um treinamento específico, a partir da base adquirida na escola, que facilita sua adaptação à realidade da própria empresa.

Na micro e na média empresa, o profissional adapta-se mais rapidamente, porque elas têm maior semelhança com a escola, no que se relaciona, por exemplo, a processos, oficinas e laboratórios.

No caso da grande empresa, que tem mais possibilidade de trazer tecnologia nova, de desenvolver processos novos, o egresso da escola técnica precisa de um treinamento ou de um investimento um pouquinho maior, o que, às vezes, se consegue passando primeiro por uma empresa pequena, para adquirir mais experiência.

Esse é um processo natural de qualquer profissional que se insere no mercado de trabalho, mas, no caso da eletrônica, deve-se considerar, também, que a profissão é desafiante; ela é, por si só, desafiante, haja vista que a eletrônica se modifica no tempo rapidamente. Por isso, o profissional que é formado pela escola precisa buscar conhecimento constantemente; ele não pode simplesmente se distrair, porque pode se desatualizar rapidamente. Enfim, ele deve estar sempre buscando conhecimentos, não importa se em universidades, se em centros de pesquisas, se nas próprias empresas; tem de buscar conhecimento sempre. Ele não pode achar que o que adquiriu na escola já é o suficiente para atuar no mercado, ou que, com esse conhecimento, vai ficar atuando por muito tempo, sem estar atento às mudanças tecnológicas. Por isso, são freqüentes os casos em que, depois do curso técnico, os profissionais fazem curso superior, por exemplo, em Engenharia Eletrônica, pois, como se sabe, atualmente, a tecnologia evolui muito rapidamente em todas as áreas da produção e dos serviços, e isso acontece com muita ênfase na eletrônica.

Assim, o grande desafio do profissional é manter-se aberto a novos conhecimentos, não se fechar, porque isso, com certeza, em algum momento, vai deixá-lo fora do mercado de trabalho. Daí se conclui que o principal objetivo do profissional deve ser o desenvolvimento pessoal. Independentemente da própria empresa, ele tem de procurar – sempre – o seu desenvolvimento. Então, ele tem de se dedicar a diversas áreas, não só na parte de conhecimento específico, técnico, mas também no conhecimento, por exemplo, de como trabalhar em equipe ou desenvolver formas de relacionamento interpessoal, sabendo lidar com as diferenças do ser humano dentro de qualquer organização.

Quando se trabalha na manutenção, por exemplo, uma habilidade fundamental é requerida na hora de achar algum defeito na máquina: concentração aliada à experiência, pois isso, muitas vezes, demora, já que o painel tem várias placas e é complicado, mesmo que se trate de um defeito minúsculo.

2.4 O mercado de trabalho do técnico em eletrônica: perspectivas

Para melhor compreender as características que definem a função do Técnico em Eletrônica, é preciso, de início, superar as idéias de senso comum que o apresentam como o profissional que conserta eletrodomésticos, devolvendo ao uso liquidificadores, secadores de cabelo, geladeiras, enceradeiras e aspiradores de pó. Embora esse profissional seja e vá continuar sendo necessário no mercado, sua formação se faz a partir de cursos de curta duração, que se estendem por trinta a quarenta horas, o que não o confunde com o Técnico em Eletrônica que trabalha na indústria ou nos sistemas hospitalar e bancário. Ora, sem depreciar o *técnico* que repara nosso televisor, suas responsabilidades não podem ser comparadas às daquele que dá manutenção aos radares de um grande aeroporto, controla o sistema de

circulação do metrô ou supervisiona o funcionamento das redes de distribuição de energia elétrica de toda uma região.

Além disso, cada vez mais, torna-se pouco econômico substituir componentes do eletrodoméstico, sendo mais viável trocá-lo por outro, com garantia que se estende, às vezes, por vários anos. Assim, a própria formação oferecida pelas escolas técnicas da área privilegia os conhecimentos mais profundos de tecnologia, visando à preparação de um profissional apto a trabalhar, preferencialmente, numa empresa de componentes, de automação da manufatura, e não para fazer reparo em eletrodomésticos.

Tudo isso acontece porque a área da eletrônica tem apresentado, em escala mundial, níveis de desenvolvimento extremamente elevados. Pesquisa e aplicação, nesse dinâmico setor, têm sido intimamente associadas, seja para produzir sofisticadíssimos equipamentos hospitalares, seja para trazer conforto, lazer e segurança para os domicílios. Do mesmo modo, os sistemas de comunicação entre as pessoas atingiram elevados índices de eficácia, segurança e rapidez inimagináveis há poucos anos, independentemente da distância geográfica que possa separar as cidades, os países e os continentes. Mais ainda, para ficar apenas nos exemplos de maior magnitude, os sistemas de trânsito e circulação de pessoas e mercadorias (metrô, rodovias, ferrovias, aeroportos), além de todos os serviços bancários, dependem hoje, fundamentalmente, da eletrônica.

Essas mudanças recentes que atingiram o setor foram causadas, principalmente, pela digitalização e pela convergência de sistemas, que permite transmitir por um único meio sons, imagens, textos e outros dados, com qualidade e de modo cada vez mais seguro. Além disso, a crescente miniaturização dos circuitos, resultante dos avanços da microeletrônica, transforma os equipamentos e componentes eletrônicos em ritmo cuja aceleração cobra dos consumidores e usuários verdadeiros malabarismos para manterem-se em dia, por exemplo, com os computadores de última geração.

E agora mesmo, em algum lugar do planeta, cientistas e pesquisadores estão em seus laboratórios – verdadeiras caixas de surpresas – desenvolvendo *novidades* que outro centro de investigação rapidamente deverá superar...

Como decorrência de todo esse processo, no mundo do trabalho, alteram-se profundamente as características da mão-de-obra empregada no setor. À vastidão e dinamismo da área da eletrônica correspondem mudanças no perfil profissional dos trabalhadores, de quem se exige, além de aptidões e habilidades de caráter técnico propriamente dito, visões generalistas que permitam sua mais adequada inserção no universo produtivo.

Do ponto de vista dos postos de trabalho, a introdução de equipamentos informatizados provocou uma diminuição do número de trabalhadores necessários ao controle e supervisão da maquinaria, já que ao crescimento da automação corresponde uma redução da necessidade de mão-de-obra no segmento em que ela se verifica. Por outro lado, deve-se acrescentar que cresceram, ao mesmo tempo, as exigências requeridas dos trabalhadores do setor, especialmente no que se relaciona à formação continuada e aos componentes comportamentais.

A necessidade da formação continuada deriva, principalmente, da rapidez com que as inovações são introduzidas, o que põe abaixo os antigos pilares da chamada *história das técnicas*, com seus procedimentos lineares, quando os inventos eram contados por séculos. Para ficar em um único argumento, basta pensar nos equipamentos que passaram a fazer parte da vida das pessoas a partir daquele dia em que, faz trinta e poucos anos, o velho Akio Morita resolveu aquecer sua banheira a distância...

Obviamente, quando se fala dos equipamentos que passaram a fazer parte do universo cotidiano, não se está insinuando que esses recursos estejam disponíveis para o conjunto da sociedade, pois, também aqui, aos níveis de desigualdade corresponde o acesso diferenciado aos recursos e benefícios da produção social.

Para ilustrar isso, basta considerar que a imensa zona rural brasileira responde por menos de 5% do consumo nacional de energia, o que impossibilita o uso de equipamentos eletrônicos.

Assim, coloca-se como exigência para um futuro próximo considerar esses dados nos projetos de expansão da rede, pois o crescimento da demanda exigirá a construção de usinas dotadas de reservatórios, para impedir sobressaltos semelhantes ao ocorrido em 2001, quando se impôs a necessidade de se economizar energia em quase todos os setores da vida social. Aqui, não é demais lembrar que o sistema hidrelétrico brasileiro produz energia a custos baixos, pois as usinas já estão amortizadas e precisam apenas do peso das águas para gerar energia, valendo acrescentar que a imensidão dos reservatórios permite acumular água nas estações chuvosas em volume suficiente para manter o fornecimento no período de chuvas escassas.

Como se vê, os horizontes de trabalho para os profissionais da área são e vão continuar sendo bastante vastos, enfatizando-se, novamente, que, na área da eletrônica – e não apenas nela –, o melhor currículo que um profissional pode apresentar continuará sendo um comprovado compromisso com a atualização e a formação continuada, desenvolvidas a partir de treinamentos específicos, cursos e acesso à literatura técnica. Só assim tornar-se-ão *legíveis* os conteúdos *invisíveis* dos componentes que a microeletrônica produz a cada dia, o que reproduz, em maior escala, o que vem ocorrendo com os eletrodomésticos, pois, hoje, no setor de manutenção industrial, por exemplo, já se tornou mais viável substituir uma placa defeituosa por outra nova, ao invés de analisar e tentar reparar o componente com problemas de funcionamento.

Do mesmo modo, também na produção, é cada vez mais requerido o Técnico em Eletrônica, pois sua formação o habilita, igualmente, para o trabalho de

montagem de componentes e equipamentos, o que significa que o campo de atuação desses profissionais – a despeito das mudanças que atingem o setor – está longe de esgotar-se, seja no que se refere às micro e pequenas empresas, seja no que diz respeito às grandes unidades produtivas, em que funcionam os mais sofisticados sistemas de automação da manufatura.

2.5 O futuro da profissão, na avaliação dos especialistas

É possível avançar um pouco mais nas reflexões sobre o futuro próximo do mercado de trabalho do Técnico em Eletrônica, a partir da avaliação de especialistas, empresários e técnicos diretamente ligados ao setor. Os dados para essa avaliação provêm de uma iniciativa do próprio SENAI, destinada a identificar as novas tendências que estão sendo praticadas nas áreas de educação, trabalho e tecnologia e que podem ter impacto sobre as ações de formação profissional da instituição, o que permite, igualmente, antecipar alguns desafios e perspectivas das ocupações profissionais para os próximos anos. Para tanto, são organizadas as Antenas Temáticas setoriais, desenvolvidas pela Unidade de Gestão Tendências e Prospecção do Departamento Nacional do SENAI, quando se faz a análise, em profundidade, dos textos preliminares que resultam nas monografias inseridas no programa geral de atualização da Classificação Brasileira de Ocupações.⁶

A partir da consideração de que a eletrônica está sendo considerada o mais importante segmento de mercado deste início de século, foram iniciadas as discussões sobre as tendências que devem atingir o setor nos próximos anos, de extrema valia para subsidiar ações de formação técnica e orientação vocacional-profissional.

⁶No caso do Técnico em Eletrônica, a Antena Temática setorial foi realizada na sede da Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Norte (Natal – RN), em 23 de agosto de 2002, e das discussões ali realizadas foram extraídos os dados inseridos nesta sessão da monografia, compilados pelo jornalista Gustavo Gomes de Matos – RJ. A relação dos participantes da antena foi incluída no final deste texto.

Inicialmente, deve ser considerada a importância da *fotônica*, que reflete a integração entre óptica e eletrônica, devida ao crescimento da importância de materiais semicondutores e dispositivos envolvidos em sistemas ópticos. Em analogia com a eletrônica, que lida com processos que controlam o fluxo de cargas elétricas, a fotônica envolve processos de controle do fluxo de fôtons (luz). Caracterizada como a tecnologia de geração e controle de luz, a aplicação da fotônica é mais conhecida na fabricação de DVDs e CDs, além dos usos que tem na área de telecomunicações (celulares). Como perspectiva para a fotônica, pode-se afirmar, com segurança, que ela apresenta grandes perspectivas de crescimento no mundo inteiro, com expansão especial em mercados regionais, como a China e a América do Sul. Por exemplo, apenas em 1999, o faturamento mundial da área totalizou US\$ 160 bilhões, sendo US\$ 60 bilhões só em componentes. Os Estados Unidos, que detêm a hegemonia no setor da eletrônica, ocupam a segunda posição quando se trata de fotônica. A liderança, nesse caso, está com o Japão, cujo mercado soma US\$ 60 bilhões, valor correspondente a 40% do faturamento mundial do setor.

O desenvolvimento da fotônica e da optoeletrônica⁷ ocorrerá em maior escala por meio dos *clusters* – concentrações geográficas, altamente eficientes, de empresas que visam a objetivos semelhantes. Dentro de um *cluster*, os concorrentes cooperam entre si para buscar soluções de apoio ao seu negócio: infra-estrutura, formação de recursos humanos, atração de investidores, feiras etc.; são solidários na busca conjunta de um melhor conhecimento e aproximação do mercado como soluções para problemas de logística, no *lobby* para derrubar barreiras aos seus produtos e serviços, na promoção institucional; enfim, ações que, sozinhas, muitas vezes, as empresas não têm escala ou capacidade financeira ou administrativa para alcançar.

⁷A optoeletrônica refere-se a dispositivos e sistemas que são essencialmente eletrônicos, mas que utilizam luz.

Assim, no que se refere aos principais desafios que as empresas do setor devem enfrentar, em um futuro imediato, e às tendências a eles relacionados, das discussões ocorridas na Antena Temática foi possível extrair algumas conclusões. Por exemplo, ao desafio de aumentar o grau de desenvolvimento de inovações tecnológicas nacionais no setor, para as empresas brasileiras se tornarem competitivas no contexto do rápido surgimento de novas tecnologias em eletrônica, deve corresponder a elevação do investimento em PD&E – Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia, estimulada pelo surgimento dos Fundos Setoriais do Ministério da Ciência e Tecnologia, amparado pelo acompanhamento das mudanças tecnológicas que ocorrem nos países centrais, assentadas, principalmente, naquelas de maior valor agregado, como os *displays* (dentro da fotônica) e os sistemas microeletromecânicos.

No que se refere à capacitação dos profissionais do setor, um dos maiores desafios a serem enfrentados consiste na melhoria do seu grau de capacitação empreendedora, associado ao aumento do grau de integração entre empresas e centros de formação e à ampliação do intercâmbio de profissionais no Brasil e no exterior, para permitir uma visão mais abrangente de sua área de atuação profissional. A resposta a esse desafio depende de um processo de conscientização gradual dos centros de formação sobre a necessidade do estreitamento da parceria com as empresas. Além disso, torna-se necessário desenvolver políticas mais agressivas voltadas à elevação gradual dos investimentos de capital de risco nas empresas de maior inovação tecnológica.

Nesse quadro geral, sintetizando o que interessa mais diretamente aos objetivos deste texto, o perfil do Técnico em Eletrônica deve incluir, obrigatoriamente, a capacitação empreendedora e a de desenvolver trabalho em equipe, uma vez que a integração interpessoal é fundamental dentro das empresas. Quanto às competências técnicas, enfatizam-se as seguintes qualificações: CADs de simulação eletrônica e de preparação de placas de circuito impresso;

microcontroladores e CLPs – Controladores Lógicos Programáveis; tecnologias de montagem em superfície e instrumentação de controle analógico e digital. Sobre isso, é necessário lembrar, ainda, que essas qualificações requeridas dos Técnicos em Eletrônica não devem estar voltadas apenas para os segmentos de projetos e produtos, mas também para a fabricação de componentes, que é a área de maior valor agregado dessa cadeia produtiva.

Outro setor de grande importância relacionado ao emprego da eletrônica está relacionado aos serviços médico-hospitalares. Na área da saúde, a medicina a distância é um segmento que apresenta grandes perspectivas, pois o atendimento médico pode ser amparado por instrumentos de sensoriamento e visualização acoplados a sistemas de transmissão, sempre que não for possível ou necessário o atendimento pessoal. Isso depende, registre-se novamente, de uma educação que não leve à extrema especialização profissional, mas, sim, que estabeleça uma dinâmica de aperfeiçoamento contínuo, assentada na educação permanente, amparada em sólida formação básica, o que exige do técnico o conhecimento sistêmico da área em que atua, a capacidade de trabalhar em equipe, o conhecimento dos princípios empresariais, a compreensão dos mecanismos de funcionamento da economia e do mercado de trabalho e dos conceitos de custo, orçamento e planejamento.

O atual cenário tecnológico exige que o profissional tenha vontade de aprender e curiosidade para assimilar novos conhecimentos. Ele precisa ser um autodidata, que saiba buscar a informação onde ela estiver, para se aprimorar cada vez mais no seu ofício, seja por meio de cursos de treinamento, revistas técnicas, congressos, debates *on-line*, fóruns de discussão ou feiras de negócios. O profissional precisa se ver como uma empresa, que necessita de investimentos.

O setor automobilístico apresenta, igualmente, possibilidades crescentes de aplicações eletrônicas. A título de exemplo, pode ser lembrado que, na década de 1960, um automóvel sofisticado possuía algo em torno de 200 metros de

fiação interna e uma centena de conectores. No final da década de 1980, os automóveis evoluíram para 2 quilômetros de fiação e alguns milhares de conectores. Hoje, os carros são eletrônicos e dispensam essa parafernália de fios e conectores.

Atualmente, em um modelo de carros importados, já presente no mercado brasileiro, equipado com freio ABS, há 80 microprocessadores internos e cinco redes de computadores, com mais de 700 funções controladas de forma simplificada. Basta conhecer alguns detalhes do carro para se ter noção do nível de qualificação exigido para a sua manutenção. As funções básicas foram todas colocadas ao alcance imediato do motorista, com as essenciais disponíveis no volante. Podem ser controlados os sistemas de áudio, telefonia celular e navegação, além da função *notebook*. Ainda há a opção de controle do toca-CD, DVD, ar-condicionado e acesso à Internet. O painel de instrumentos oferece o *Info-display*, combinando os instrumentos analógicos com um mostrador de cristal líquido, que exibe as informações necessárias ao motorista. Basta introduzir a chave eletrônica no painel que o carro logo reconhece o motorista, ajustando automaticamente a posição dos bancos e retrovisores utilizada por ele. Para dar a partida, basta apertar um botão liga/desliga.

De toda essa sofisticação, aqui registrada a título de exemplo, deriva uma questão relacionada à transferência de tecnologia. As indústrias de autopeças estão com muitos problemas para desvendar os mistérios dos pacotes tecnológicos apresentados pelas montadoras, que impõem ao mercado tecnologias importadas que são verdadeiras “caixas pretas”, o que reforça a necessidade de profissionais muito bem treinados e gabaritados para buscar soluções. Isso amplia, ainda mais, a necessidade de serem estabelecidas parcerias entre as empresas e as escolas de formação profissional.

A partir das análises e discussões desenvolvidas durante a Antena Temática realizada em Natal (RN), foram sintetizadas sugestões e recomendações

destinadas a subsidiar políticas de formação profissional, visando à superação dos desafios impostos pelas novas tendências que estão sendo praticadas nas áreas da educação, trabalho e tecnologia, e que tendem a ocasionar forte impacto sobre as ações de formação profissional. Em decorrência da oportuna circunstância de estarem diretamente relacionadas a esta monografia, já que partiram de sua versão preliminar, são aqui incorporadas.

Inicialmente, registre-se as considerações iniciais e básicas de que (a) os processos e produtos eletrônicos estão presentes em praticamente todo tipo de atividade humana, tais como indústria, comércio, transportes, comunicações, saúde, educação, lazer e segurança; (b) os componentes eletrônicos têm presença marcante nas mais variadas cadeias produtivas, sendo determinantes para a competitividade de bens de consumo duráveis, tais como: automóveis, computadores e eletrodomésticos; (c) os avanços tecnológicos do setor têm favorecido acentuadamente a automação de processos industriais, a fabricação de equipamentos médicos e a modernização das telecomunicações.

No que se refere à capacitação dos profissionais da área, concluiu-se que o Brasil deteve, no passado, competências para realizar pesquisa e desenvolvimento em alguns segmentos do complexo eletrônico, bem como contingente significativo de técnicos e profissionais com alto nível de qualificação. No entanto, durante as últimas duas décadas – quando houve grande crescimento mundial da indústria eletrônica –, o País não conseguiu manter uma estratégia industrial de longo prazo para os diversos setores do seu complexo produtivo, ao que se acrescenta um baixo índice de crescimento da economia, a instabilidade cambial e a falta de critérios na abertura do mercado.

Considerando-se a tendência à geração de emprego decorrente do desenvolvimento da fotônica e da optoeletrônica, incentivada pelo desenvolvimento dos *clusters* (concentrações geográficas, altamente eficientes, de empresas que visam a objetivos semelhantes), ressalte-se que as economias

– tanto emergentes como desenvolvidas – que conseguiram se posicionar na vanguarda da indústria eletrônica mundial implantaram políticas industriais explícitas no complexo eletrônico, além de investir maciçamente em programas de treinamento e formação básica para a qualificação de seus recursos humanos.

No caso do Brasil, o que é de grande importância para o SENAI, essa necessidade de mão-de-obra qualificada para atuar no setor da eletrônica aponta para um profissional cujo perfil esteja assentado em sólida capacitação técnica, acompanhada de aspectos ligados a habilidades comportamentais e formação continuada, o que inclui:

- a) Capacitação em informática e desenvoltura para trabalhar em ambientes computadorizados; capacitação em CADs de simulação eletrônica e de preparação de placas de circuito impresso; conhecimento de microprocessadores e CLPs – Controladores Lógicos Programáveis, controles analógicos digitais, microcontroladores, automação e instrumentação;
- b) Interesse por pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e por inovações tecnológicas (eletrônica embarcada e instrumentação de controle analógico e digital; acompanhamento das evoluções eletrônicas nas áreas da saúde e telecomunicações; capacidade para manutenção de *hardwares* e para o desenvolvimento e domínio de *softwares*; conhecimento dos princípios empresariais e de administração de empresas; noções de custo, orçamento e planejamento; compreensão dos mecanismos de funcionamento da economia e do mercado de trabalho; visão empreendedora; busca contínua de formação e aperfeiçoamento; autodidatismo para o aprimoramento tecnológico; capacidade para a resolução de problemas);
- c) Capacidade de desenvolver habilidades específicas em áreas de eletrônica industrial, tecnológica e de telecomunicações, assentada em sólida formação básica e desenvolvida a partir de um permanente compromisso com a educação continuada.

Referências

Livros e periódicos

BURLINGAME, Roger. **Máquinas da democracia:** as invenções e suas influências sociais nos Estados Unidos. Trad. Monteiro Lobato. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 1942.

SENAI. DN. **A família ocupacional dos técnicos em calibração e instrumentação.** Brasília, 2002. 57 p. (Série Monografias Ocupacionais, 3).

SENAI. DN. **Catálogo de cursos técnicos e de nível superior do SENAI.** Brasília, 2000. 363 p.

Pesquisa Fapesp, n. 77, julho de 2002, p. 63.

Suplemento “Casa inteligente”, revista *Home theater*, ed. 72.

Entrevistas

(AR)	Aurélio Ribeiro Escola SENAI “Antônio de Souza Noschese” – Santos – SP
(DAM)	Douglas Andrigo Moreira Motorola – Campinas – SP
(GMB)	Geraldo Machado Barbosa Escola SENAI “Prof. Dr. Euryclides de Jesus Zerbini” – Campinas – SP
(JLLCT)	José Luís Leme C. Teixeira Escola SENAI “Anchieta” – São Paulo – SP
(ME)	Maria Eulina Jorge da Silva Escola SENAI “Anchieta” – São Paulo – SP
(SJM)	Sílvio José Marola Escola SENAI “Anchieta” – São Paulo – SP Participantes da Antena Temática

Representantes do Sistema SENAI:

<i>Antônio César Branco</i>	SENAI/RS – CEP – “Nilo Peçanha”
<i>Bene Regis Figueiredo</i>	SENAI/ES – Escola SENAI “Ariovaldo Fontes”
<i>Claiton Costa</i>	SENAI/RS – Departamento Regional
<i>Geraldo Machado Barbosa</i>	SENAI/SP Escola SENAI “Euryclides de Jesus Zerbini”
<i>José Ayrton Vidal Júnior</i>	SENAI/PR – Departamento Regional
<i>Luiz Antonio Cruz Caruso</i>	SENAI/Departamento Nacional
<i>Marcos Avedizian</i>	SENAI/RJ – Escola SENAI “Euvaldo Lodi”
<i>Marcos Moraes Silva</i>	SENAI/SP – Departamento Regional
<i>Mary Elisabet A. de Jesus</i>	SENAI/RS – Departamento Regional
<i>Nair Aparecida de A. Figueiredo</i>	SENAI/Departamento Nacional
<i>Ronilson Marinho de Medeiros</i>	SENAI/RN – CET “Ítalo Bologna”
<i>Socorro Almeida</i>	SENAI/RN – Departamento Regional
<i>Valdir Peruzzi</i>	SENAI/SP – Escola SENAI “Roberto Simonsen”

<i>Paulo Celso Miceli</i>	Consultor/SP
<i>Janaína Camilo</i>	Consultora/SP
<i>Marili Bassini</i>	Consultora/SP
<i>Gustavo Gomes de Matos</i>	Jornalista/RJ

Representantes de Empresas:

<i>Antonio Vaz Cavalcante</i>	Optântica Opto-Eletrônica (PE)
<i>José Alves Teixeira Filho</i>	Millennium Industrial (SP)
<i>Raul Wuo</i>	Alcatel Telecomunicações S/A (SP)
<i>Ricardo Dantas Gadelha de Freitas</i>	Petrobrás (RN)
<i>Shinso Carlos Nakaoka</i>	All Line (SP)

SENAI/DN
GETEP – Unidade de Gestão Tendências e Prospecção

Luiz Antonio Cruz Caruso
Coordenador

COINF – Unidade de Conhecimento Informação Tecnológica

Fernando Ouriques
Normalização Bibliográfica

Paulo Celso Miceli
Consultoria (Coordenação de Pesquisa e Texto)

Equipe de Pesquisa

Janaína Camilo
Marili Bassini

Cely Curado
Revisão gramatical

IMAGE-UP
Projeto Gráfico e Diagramação