

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO
LINHA DE INVESTIGAÇÃO: EDUCAÇÃO E CIÊNCIA

UM AMBIENTE DE EXPERIMENTAÇÃO
EDUCATIVA EM LÓGICA BINÁRIA

WILSON BERCKEMBROCK ZAPELINI

1994

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Educação, na Linha de Investigação: Educação e Ciência

Orientador: José André Peres Angotti

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO

UM AMBIENTE DE EXPERIMENTAÇÃO
EDUCATIVA EM LÓGICA BINÁRIA

Dissertação submetida ao Colegiado
do Curso de Mestrado em Educação do
Centro de Ciências da Educação em
cumprimento parcial para a obtenção
do título de Mestre em Educação.

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 17/05/94

Prof. Dr. José André Peres Angotti (Orientador)

Prof. Dr. José Armando Valente (Examinador)

Prof. Dr. Márcio Cherem Schneider (Examinador)

Prof. M.Sc. Maria Celina da Silva Crema (Suplente)

WILSON BERCKEMBROCK ZAPELINI

Florianópolis, Santa Catarina
Maio/1994

FICHA CATALOGRÁFICA

Zapelini, Wilson Berckembrock

Um ambiente de experimentação educativa em lógica binária/
Wilson Berckembrock Zapelini. Florianópolis, 1994.

155f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de SC. 1994.

"Toda a finalidade, todo o sentido da vida, para o homem, consiste na própria vida, no processo da vida. A fim de apreender a finalidade e o sentido da vida, é preciso amar a vida por ela mesma, inteiramente; mergulhar, por assim dizer, no redemoinho da vida; somente então apreender-se-á o seu sentido, compreender-se-á para que se vive. A vida é algo que, ao contrário de tudo criado pelo homem, não necessita de teoria; quem apreende a prática da vida também assimila a sua teoria."

(Do diário do aluno Kóstia Riabtsev.) (Reich, 1991:11)

DEDICATÓRIA

Para Carolina (Nona), por suas lições de humanidade.

Para Sílvio, por suas lições de integridade.

Para Glades, Luana Carolina e Henrique, pela convivência.

AGRADECIMENTOS

Ao amigo André Angotti, sempre lúcido, solícito e depositário neste mestrando de uma confiança sem igual. Suas primeiras intervenções durante o cursar de determinada disciplina, provocaram o **insight** definidor de minha pesquisa. Posteriormente, como orientador, interferiu de modo estratégico na sua condução.

Aos professores do Curso de Mestrado em Educação, particularmente da linha de investigação em Educação e Ciência, ao oportunizarem a aquisição de conhecimentos enriquecedores para o meu entendimento e a minha formação. Referência especial à Professora Maria Celina Crema, por sua notável, brilhante e sempre oportuna intervenção, orientando, organizando e adequando os trabalhos a ela submetidos.

Aos companheiros da turma de 1990 ingressante no Curso de Mestrado em Educação, que juntos sofremos com as exigências dos mestres, mas sabedores que somos, muito contribuirão para uma constante criticidade acerca de nossas atividades teórico-práticas no meio educacional. Aos amigos especiais, com destaque para Vera, Jussara, aos eternos Altir, Dolly e Chico (um outsider). Nosso aprendizado foi efetivamente maturado além das atividades acadêmicas oficiais programadas, através de jornadas muito gratificantes e enriquecedoras.

Aos professores do Curso Técnico de Eletrônica da ETF-SC, notadamente os que participaram e contribuíram com suas experiências em determinada etapa desta pesquisa.

Aos estagiários, que se empenharam e trabalharam com afinco na montagem do equipamento lógico-didático concebido para o ambiente de experimentação proposto.

A todos, os meus sinceros e insuficientes agradecimentos

RESUMO

Esta dissertação propõe um novo ambiente denominado **ambiente de experimentação**, onde se vivencia a construção de experiências em lógica binária na Escola Técnica Federal de Santa Catarina. O estudo foi amparado por um novo equipamento lógico-didático que se concebeu, construiu e avaliou, em um novo roteiro de procedimentos experimentais e numa abordagem metodológica que tenta resgatar e visualizar o necessário entrelaçamento multidisciplinar ciência-tecnologia-sociedade.

Para a efetivação do objetivo proposto, estruturou-se, como passo inicial, uma sondagem junto aos professores e alunos do atual ambiente de Eletrônica Digital, a fim de destacar e analisar suas dificuldades e facilidades. Em função das respostas obtidas, buscou-se oportunizar a concepção e estruturação de um ambiente que respondesse aos anseios da clientela pesquisada e fundamentado num conjunto de **categorias orientadoras**, tais como: ciência-tecnologia, tecnologia instrucional e educacional, ambiente de experimentação, lógica, lógica binária e temática central. Por último, buscou-se a devida implementação, proporcionando uma necessária comparação entre ambientes - atual e implementado - avaliando e apostando num possível avanço qualitativo, sob o ponto de vista pedagógico, do processo ensino-aprendizagem.

ABSTRACT

The aim of this dissertation is to propose a new approach in terms of environment named **experimentation environment**, where new experiments were not only built in binary-logic, but they were also supported by a new equipment logic-didactic which was conceived, built and evaluated according to a new outline of experimental behaviour. This experiment was developed at Escola Técnica Federal de Santa Catarina and it proposes a new methodological view as an attempt to throw a new light on the interdisciplinary interface of science, technology and society.

In order to reach the desired study goals, teachers and students who participated in the present environment of Digital Electronics at ETF-SC were submitted to an investigation that was developed as a preliminary step, with the purpose of underlying and analysing teachers' and students' difficulties and/or readinesses towards the topic. Based on the subjects' answers it was generated a pursuit of structuring and environment which ought to be in harmony with the subjects' needs with the help of **guiding categories** such as science-technology, instructional and educational technology, experimentation environment, logic, binary logic and central theme.

Finally, it was pursued a suitable implementation as a means of providing the required comparison between the two environments - the present one and the implemented one. This comparison was evaluated taking for granted a possible advance in quality framed by a pedagogical perspective within a teaching-learning process.

SUMÁRIO

	PÁGINA
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	01
1.1 - Delimitação do problema	03
1.2 - Objetivos	03
1.2.1 - Geral	03
1.2.2 - Específicos	03
CAPÍTULO 2 - JUSTIFICATIVA E PRESSUPOSTOS	05
CAPÍTULO 3 - BASES TEÓRICAS	16
3.1 - A tecnologia e suas inovações no meio educacional	16
3.2 - Os pressupostos metodológicos do ambiente de experimen- tação.....	19
3.3 - O ambiente de experimentação	20
3.4 - A Lógica e sua evolução	21
3.5 - A Lógica e seu tratamento no ambiente de experimentação	27
3.6 - A ciência e a tecnologia no ambiente de experimentação	29
CAPÍTULO 4 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	30
4.1 - Caracterização da Pesquisa	30
4.2 - Sondagem do atual ambiente	35
4.2.1 - Questionário de coleta de dados - recomendações e critérios	36
4.2.2 - Mapeamento e análise dos resultados	37
4.2.2.1 - Dos alunos	37
4.2.2.2 - Dos professores	41
4.3 - Concepção e desenvolvimento do equipamento lógico-didático	45

4.3.1 - Apresentação do anteprojeto do equipamento e suas características	46
4.3.2 - Síntese das sugestões propostas pelos professores ...	49
4.3.3 - Implementação das sugestões	51
4.3.4 - Construção do equipamento	53
4.4 - Concepção e desenvolvimento da metodologia experimental	54
4.4.1 - Critérios	55
4.4.1.1 - Temática central	55
4.4.1.2 - Pluridisciplinaridade com enfoque CTS	58
4.4.2 - Fluxogramas	59
4.4.3 - Etapas de desenvolvimento	63
4.5 - Implementação e avaliação do ambiente de experimentação	64
4.5.1 - Estratégias para vivenciar e comparar ambientes	66
4.5.2 - Modelos de avaliação	67
4.5.3 - Mapeamento e análise dos resultados	67
4.5.3.1 - Questionários	68
4.5.3.2 - Fichas de observação	70
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES	72
BIBLIOGRAFIA	78
APÊNDICES	83

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O ensino técnico profissionalizante, em nível de segundo grau, abordado nas inúmeras escolas técnicas espalhadas pelo país, em particular, nas federais, tem revelado sérias e preocupantes distorções em seu currículo e sua prática pedagógica. Nesta panorâmica nacional, a ETF-SC também encaixa-se de forma irrepreensível.

Diante deste quadro preocupante, no intuito de amenizar tal situação e contribuir para a melhoria do ensino, especificamente na área de eletrônica, desenvolvemos este trabalho com a convicção de podermos atender e, quiçá, oportunizar algum novo e esclarecedor caminho para tão difícil situação.

A decisão refletida, maturada e posta em prática, em um cenário que destaca a intervenção localizada, foi definida pela necessidade de apresentar e desenvolver alguma estratégia ou metodologia específica para a disciplina de Eletrônica Digital, integrante do currículo do Curso Técnico de Eletrônica.

Sendo assim, inicialmente efetuamos uma sondagem do ambiente atual existente. Procuramos detectar, por intermédio dos envolvidos, alunos e professores, as principais deficiências, necessidades e possíveis ações para promover um novo ambiente de experimentação.

De posse dos dados coletados, prosseguimos mapeando-os e analisando-os, preocupando-nos, em todo e qualquer instante e situação, pela tentativa de máxima e indiscutível isenção.

Na etapa posterior, concebemos a composição do ambiente de experimentação almejado em função das propostas apresentadas pela comunidade docente e discente envolvida, da nossa experiência acumulada ao longo de alguns

anos na disciplina em questão e, da providencial e necessária fundamentação teórica obtida na realização do Curso de Mestrado e na elaboração da dissertação.

Dividimos essa etapa em duas realizações: a confecção do equipamento lógico-didático e a configuração metodológica do ambiente de experimentação.

A confecção do equipamento foi concebida através das sugestões expostas pela população envolvida. Posteriormente, apresentamos uma versão preliminar para um grupo de professores atuantes e mais experientes na área. Colhidas novas, criativas e inteligentes sugestões deste grupo, estruturamos a versão final do equipamento lógico-didático.

Ao procurarmos uma configuração metodológica para o ambiente de experimentação desejado, buscamos, através do embasamento teórico sistematizado anteriormente, formular critérios ou fundamentos norteadores para a abordagem e a implementação deste ambiente. São eles: 1. temática central; 2. pluridisciplinaridade com enfoque CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade).

Formulado e estruturado o ambiente de experimentação, escolhemos duas unidades da disciplina de Eletrônica Digital I para a devida implementação e avaliação no Laboratório de Eletrônica Digital.

Nessa etapa, adotamos estratégias para análise comparativa entre ambientes de experimentação existente e proposto, sob condições de isenção e imparcialidade. Dois modelos de avaliação foram utilizados: questionário e ficha de observação.

Com os resultados obtidos, analisamos e detectamos diferenciações entre um e outro ambiente, onde constatamos fatores favoráveis, tanto na concepção técnica como pedagógica, ao ambiente de experimentação proposto e implementado.

Esperamos que este trabalho remeta ao seu objetivo maior: a melhoria na qualidade do ensino técnico. Sua realização só se configurará quando houver sua disseminação, sua análise crítica e sua possível aplicação por outros professores que militam na mesma disciplina.

1.1 - DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

- Como se caracteriza o ambiente atual de prática de Eletrônica Digital do Curso Técnico de Eletrônica?
- Que condições devem ser concebidas e implementadas para torná-lo mais criativo, amigável e capaz de desenvolver, num enfoque pluralista, as potencialidades dos alunos envolvidos neste Curso?
- É possível um equipamento lógico-didático, aliado a uma metodologia pedagógica, desenvolver de forma mais acentuada a capacidade de aprender a pensar?

1.2 - OBJETIVOS

1.2.1 - GERAL

Conceber, desenvolver, implementar e avaliar um ambiente de experimentação em lógica binária, que propicie o desenvolvimento harmônico das potencialidades do aluno do Curso Técnico de Eletrônica da Escola Técnica Federal de Santa Catarina, contribuindo para capacitá-lo e instrumentalizá-lo para o pleno exercício de profissional e cidadão.

1.2.2- ESPECÍFICOS

1. Analisar aspectos ambientais (inclui-se kit didático, manuais de experiências, textos, metodologia instrucional, etc.) do laboratório de Eletrônica Digital do Curso Técnico de Eletrônica, em nível de formação técnica de segundo grau, da ETF-SC.

2. Estruturar experiências em Eletrônica Digital que vislumbrem as aplicações e implicações dos circuitos experimentais montados, resgatando a evolução dos componentes e configurações de circuitos aprimorados ao longo da trajetória científica.

3. Elaborar um programa metodológico de realização de experiências amparado numa temática central, mais especificamente, experimentos de Eletrônica Digital que estejam vinculados ao projeto e implementação de um circuito ou aparelho digital.

4. Desenvolver um equipamento lógico-didático simples, de fácil manuseio, de custo inferior aos existentes e acompanhado de procedimentos experimentais, para a realização de experiências em lógica binária.

5. Implementar o ambiente de experimentação proposto no Laboratório de Eletrônica Digital, escolhendo-se uma ou mais unidades da disciplina de Eletrônica Digital I, buscando detectar e constatar diferenciações entre o ambiente anteriormente existente e o implementado.

6. Avaliar o potencial didático-pedagógico do ambiente de experimentação proposto, verificando a possibilidade de extensão e utilização por outros professores e respectivas turmas de alunos, por outros Cursos e, futuramente, por outras Escolas Técnicas.

CAPÍTULO 2

JUSTIFICATIVA E PRESSUPOSTOS

As escolas atuais não constituem uma estrutura educacional em que o aluno seja estimulado a pensar, a aprender pensando, a fazer pensando, onde possa atingir sua meta pela depuração de seus erros cometidos no transcorrer do processo, onde ele seja motivado a conhecer novos assuntos e, principalmente, interagindo com as pessoas que o cercam e procurando refletir na estruturação de seu conhecimento.

Acreditamos que um ambiente específico poderia contribuir para a obtenção e desenvolvimento das características citadas, levando o aluno à reflexão, através da interação saudável e inteligente com experimentos, bem como a um processo ensino-aprendizagem democrático e numa direção norteadora de respostas aos objetivos previstos.

Entendemos que todo educador deve ter conhecimento do seu ambiente de aprendizagem e de quais fatores sócio-político-econômicos interferem para seu completo e efetivo desenvolvimento. O conhecimento desses fatores irá contribuir para o enriquecimento da sistemática da sua abordagem educacional.

Sabe-se que muitos educadores isolam-se ou alienam-se no seu mundo escolar e deblateram sobre as enormes dificuldades para enfrentar e levar adiante projetos de mudanças substanciais. Criticar asperamente nossas instituições pode parecer um recurso autêntico, contudo

"é muito fácil denegrir as estruturas educacionais existentes (afinal, todos parecem fazê-lo); no entanto, não é muito fácil apresentar estruturas alternativas. (...) não procurar melhorar as condições de formas que em geral são modestas e experimentais é ignorar os seres humanos concretos

que habitam as escolas durante a maior parte de sua vida antes da vida adulta. Portanto, tenta-se atuar dos dois lados da luta. Criticam-se as suposições ideológicas e econômicas fundamentais que circundam as escolas da forma como se encontram hoje e, ao mesmo tempo, paradoxalmente tenta-se tornar essas mesmas instituições um pouco mais humanas, um pouco mais educativas" (Apple, 1979:129).

É natural, pela própria realidade de nossa escola, em particular a pública, com sua estrutura arcaica, conservadora e burocrática, não se ter condições mínimas para promover ou adequar um projeto educacional que venha reverter tal situação. No entanto, através do engajamento e da determinação, tanto individualizada como em grupo, dos educadores, entendemos ser possível levar adiante tal intento. Pelas amostras de trabalhos bem desenvolvidos e implementados, consegue-se sensibilizar outros colegas que poderão também adotar semelhante postura, possibilitando uma difusão destas idéias, independentemente, pelo menos nas etapas iniciais, da intervenção ou anuência do aparato escolar.

Para tanto, uma análise reflexiva da crise educacional é de suma importância, pois ela

*"... deve ser vista como a superposição de dois subproblemas que devem ser tratados separadamente: a questão sócio-político-econômica e a questão da melhoria do ensino em si. Ambos devem ser resolvidos, mas cabe principalmente às pessoas dedicadas ao ensino a proposição de condições, metodologias e idéias que nos levem a uma escola que efetivamente contribua para a **educação**... Este é um desafio que nos coloca frente a um problema que afeta tanto os países industrializados como os países em desenvolvimento. A solução poderá ser a mesma, embora a implementação possa sofrer as adaptações que as nossas condições nos imponham" (Valente In: Papert, 1988:8).*

A realidade percebida na Escola Técnica Federal de Santa Catarina, onde leciono, não escapa a estas considerações. Particularizando ao Curso Técnico de Eletrônica e, em especial, ao ambiente experimental de Eletrônica Digital, ob-

serva-se uma dissociação muito preocupante do aspecto político-econômico-social e do aspecto educacional e técnico.

Muito se discute, e não raro se critica negativamente e, principalmente, se menospreza o ensino técnico concebido e desenvolvido nas escolas profissionalizantes em geral. Por imprecisão, podem estar envolvidas as escolas técnicas de segundo grau, em particular as federais que, na verdade, constituem centros de formação profissionalizantes pautados por critérios muito distantes da instrução pragmática e, mais ainda, do adestramento.

De antemão, é salutar destacar que, em sua boa maioria, estas críticas são abordadas por agentes educadores que, ou desconhecem, ou pouca familiaridade têm com o ensino técnico ministrado nestas escolas.

Em contraposição a tais julgamentos, uma variada gama de respostas, solidamente argumentadas, podem ser apresentadas.

Como primeiro ponto, as escolas técnicas, especialmente as federais, apresentam nos seus cursos uma grade curricular que, apesar de reconhecidas distorções e dificuldades, procura contemplar a formação do estudante em cultura geral e cultura técnica, inclusive buscando a sua igualdade numérica na composição das cargas horárias. Mais especificamente, o Curso Técnico de Eletrônica da ETF-SC, destaca em seu currículo, as disciplinas de Filosofia e Sociologia. Além disso, existe a preocupação da não fragmentação exacerbada de disciplinas e atividades no âmbito deste curso, perseguindo-se, e mesmo oportunizando-se por uma visão integradora entre o saber e o fazer. A formação do técnico nestas escolas é pautada por princípios reconhecidos por educadores preocupados com a formação consciente, neste nível de escolaridade. Não é "desligada" da cultura geral e restritiva a um "saber parcial", pois "saber técnico é saber fazer, resultante da articulação entre teoria e prática e dotado de caráter social e político" (Kuenzer, 1988:91).

Num segundo aspecto, podemos evidenciar uma interpretação confusa pelos agentes já citados, ao classificar na mesma linha educacional de atuação: as escolas técnicas e os centros de formação de mão-de-obra especializada tipo SENAI, SENAC e outros congêneres. Estas entidades buscam, através de treinamento específico e delimitado, habilitar seus alunos ao exercício de uma determi-

nada atividade ou função especializada. Configura-se nitidamente, assim, uma clara diferenciação entre escola técnica e centro de treinamento. Enquanto a primeira procura alcançar a formação global do aluno através de meios educacionais, o segundo estrutura como objetivo a formação exclusivamente técnico-operacional de seu aprendiz através de meios instrucionais.

Podemos destacar, como terceiro ponto argumentativo, algumas considerações a respeito da futura atuação do aluno formado numa escola técnica, portanto, já na condição de técnico numa empresa. Têm-se dito que o técnico com atuação na área industrial tem como "...função principal controlar os trabalhadores de modo a retirar deles a maior quantidade possível de mais-valia" (Machado, 1989:138). Tal pressuposto, nos dias atuais, perde muito de seu sentido porque nega a capacidade crítica dos envolvidos e sua resistência. Primeiro, pela formação global do técnico formado numa escola técnica, como já apresentado. Segundo, pela facilidade e mobilidade de informações veiculadas pela mídia e por sindicatos, possibilitando ao técnico um olhar mais atento e crítico acerca do que se passa ao seu redor. Para reforçar, com relação ao Curso Técnico de Eletrônica da ETF-SC, constata-se pelos estágios de fim de curso que os alunos já formados atuam, em sua maioria, nas micro ou pequenas empresas. Estas empresas, pela impossibilidade de plena infra-estrutura, oportunizam, desafiam e até obrigam o técnico, a promover e desenvolver sua versatilidade em vários campos de atuação.

Como quarto e último aspecto favorável ao ensino técnico, podemos estabelecer um comparativo com o atual ensino de segundo grau ministrado nas escolas públicas e, principalmente, na particular, com destaque ao terceiro e último ano escolar. De forma quase irresponsável e leviana, muitas destas escolas têm como única preocupação na formulação de seus currículos, a preparação de seus estudantes para o ingresso num curso de terceiro grau. Uma primeira averiguação demonstra sua despreocupação, estrategicamente pensada e controlada, com as reais intenções e formulações objetivas do ensino de segundo grau. Como segunda averiguação, consegue-se perceber um ensino de característica marcadamente viciada em fórmulas, macetes, regrinhas e simplificações maniqueístas. Tal abordagem jamais proporcionará ao aluno condições de estabelecer raciocínios,

deduções lógicas, inferências e outras condições necessárias para o desenvolvimento de seu intelecto.

Diante deste quadro e admitindo que ainda convivemos com muitos problemas relativos ao ensino, que ainda mantêm traços fortes da educação tradicional, à tensão entre a cultura geral e específica de cada um dos cursos oferecidos e à aprendizagem dos alunos, que pode ser ampliada bastante, dados seus níveis de conhecimento e potencialidade, podemos ainda aperfeiçoar de maneira mais salutar e evidente o ensino técnico, buscando sua otimização através de um viés de formulação educacional politécnica. Aqui entendemos a politecnia como

"uma síntese superadora do academicismo clássico e do profissionalismo estreito. Para tanto, deverá trabalhar com o conhecimento científico-tecnológico que está na raiz da constituição da sociedade contemporânea, de modo a resgatar a relação entre a ciência e cultura através da tecnologia" (Kuenzer, 1988:137).

Entretanto, todo cuidado deve ser tomado ao se estabelecer e se fundamentar este caminho, pois

*"... defensores da 'escola única' e da 'politecnia', parecem ignorar demandas sociais, parecem defender profissionalização somente no terceiro grau. Isto num país como o Brasil. Não se referem ao sistema educacional alemão ou italiano, por exemplo. Nesses países, a maioria dos jovens opta por um segundo grau profissionalizante. Tal opção não obstrui o ingresso nas universidades para aqueles que desejam prosseguir, nem os torna 'obtusos'. Ao contrário, são mais competitivos, mesmo quando seguem carreiras de terceiro grau. (...) a **qualidade** da escola deve ser o foco da discussão e não a opção pela terminalidade ou continuidade" (Angotti, 1991:79).*

Conscientes de nossa responsabilidade e do risco que corremos para não nos acomodarmos e merecermos as críticas aqui assinaladas e, dispostos a contribuir para uma melhor formulação e adequação do ensino ministrado nas es-

colas técnicas aos anseios do conjunto de uma sociedade cada vez mais crítica, consciente e exigente, temos como objetivo equacionar algumas sistematizações metodológicas que venham ao encontro das transformações que ora este ensino técnico necessita.

Localizando o Curso Técnico de Eletrônica da ETF-SC e, mais amiúde, a disciplina de Eletrônica Digital, constante da grade curricular (anexo 01) deste Curso em três semestres letivos, tem sido a mesma apontada, com relativa frequência, tanto por professores, alunos e ex-alunos (atuais técnicos), como uma das mais importantes para a formação técnica do educando. Tal assertiva acerca desta disciplina se configura, tanto por sua característica de alicerce e embasamento para outras disciplinas, quanto por sua característica de terminalidade, de "conhecimento avançado". Por tais motivos, invariavelmente, ocorre a preocupação em estruturá-la e adequá-la às novas exigências, não só do mercado de trabalho, mas também às necessidades de pré-requisito básico para outras disciplinas do Curso e como posição estratégica para as necessárias "mudanças conceituais" dos alunos.

Todavia, para a importância que a disciplina exige e merece, não se encontra de modo equivalente, bibliografias, equipamentos didáticos e metodologias que forneçam as condições apropriadas para dotar esta disciplina com seu verdadeiro vigor, significado e valor técnico e educacional. Temos assim, em equipe, procurado contribuir tanto no seu componente teórico quanto prático.

Particularmente, procuramos estabelecer nossa contribuição mais na **concepção e desenvolvimento de um ambiente de experimentação em lógica binária**. Tal ambiente está amparado e estruturado num equipamento lógico-didático para experimentações integradas por meio de uma metodologia apropriada. Isto é, que procure entrelaçar teoria e prática, que promova o encadeamento e a seqüenciação de conteúdos curriculares e, que vislumbre e oportunize aplicações pluridisciplinares norteadas pelas demandas contemporâneas, apoiadas no trinômio ciência, tecnologia e sociedade.

Se o caminho trilhado oferece as condições efetivas para mudanças substanciais e necessárias ao ensino técnico, só se terá sua resposta na medida em que forem detectados mecanismos de disseminação do presente trabalho, com a

indispensável divulgação, seguida de entendimento crítico, adequação e aplicação por parte de outros educadores.

Diante deste quadro, pretende-se focar mais detalhadamente a questão da melhoria do ensino em sala de experimentos ou laboratório sem, no entanto, descuidar-se da questão sócio-político-econômica. Para isso, procurou-se conceber um ambiente laboratorial que propicie o desenvolvimento harmônico das potencialidades¹ do aluno, procurando capacitá-las e instrumentalizá-las para o pleno exercício de profissional e cidadão. Seymour Papert² (1985) concebeu **ambientes de aprendizagem** onde, através do auxílio do microcomputador em sala de aula, provoca-se uma rica interação professor-aluno-máquina, possibilitando o desenvolvimento da capacidade de aprender a pensar. Analogamente às idéias de Papert, tem-se como interesse conceber um **ambiente de experimentação em lógica binária**. Este ambiente terá como principal peça de sustentação um equipamento lógico-didático³ para a realização de experimentos, a ser concebido e implementado.

O ambiente de experimentação é o laboratório ou sala de experimentos onde se desenvolverão estudos experimentais voltados para a lógica binária, lógica esta fundamentada matematicamente nos preceitos de George Boole (álgebra booleana) e consolidada tecnologicamente nas aplicações eletrônicas em componentes, circuitos e equipamentos digitais.

¹ Entende-se por potencialidades, características como: a lógica, o raciocínio, a capacidade de abstração, o poder de concentração, a destreza, além da percepção crítico-social de seu meio.

² Seymour Papert foi um seguidor de Piaget. Desenvolveu o LOGO, uma linguagem de computação que propõe uma transformação profunda na concepção de ensino e aprendizagem.

³ Atribuiu-se o conceito de equipamento lógico-didático por dois motivos: envolve estudos lógicos e por pretender dar um tratamento apropriado, em virtude do termo **kit** estar demasiado desgastado no meio escolar.

O anseio em realizar tal intento partiu da necessidade de encadear conteúdos experimentais de forma sistemática na disciplina de Eletrônica Digital. Portanto, paralelamente à concepção do equipamento lógico-didático, pretende-se introduzir uma sistematização adequada ao ambiente proposto. Este ambiente propiciaria uma metodologia que vislumbrasse as aplicações e implicações dos circuitos experimentais montados e resgataria a evolução dos componentes e configurações de circuitos aprimorados ao longo da trajetória científico-tecnológica. Além disso, também observaram-se sérias dificuldades quanto ao uso dos kits didáticos existentes no laboratório de Eletrônica Digital, como:

1. Os kits existentes são caríssimos por motivos vários, mas principalmente porque a sua produção não é seriada e é limitada em quantidade, tornando, por consequência, uma montagem trabalhosa, demorada e de preço unitário proibitivo.
2. O manuseio, em alguns dos tipos de kits, é difícil, por não incorporar uma criteriosa ergonomia, exigindo um desembaraço manipulativo encontrado apenas nos mais experimentados, além do uso constante de ferramental de apoio, como alicate de bico, alicate de corte, chave de fenda, etc.
3. Exigem constantes manutenções, devido à fragilidade do material.
4. Não mostram pinagem e estrutura interna dos circuitos integrados. Quando mostram, habilitam o aluno a montar placas e não circuitos integrados.
5. Manuais de instrução e relação de experiências com procedimentos exigem consultas extras a manuais e constantes orientações do professor. Ou, às vezes, seguem a linha contrária, formulando um receituário de operações mecanizadas que não levam o aluno a refletir e desenvolver a criatividade, isto é, não possibilita uma atividade intelectual paralela à operação manipulativa. O desenvolvimento do raciocínio, da lógica e da seqüenciação, não são operacionalizados, o que exige constantes intervenções do professor para possibilitar tal processo.
6. Não existe articulação e encadeação dos experimentos.
7. Não possibilita a aquisição de conhecimento prático (não instrucional, amparada num suporte teórico) através da análise dos resultados experimentais e consequente aquisição do novo saber teórico. Todo ensino provém da prática, mas o seu avanço passa pela teoria que resultará numa nova prática.

A partir da vivência detectada em sala de aula e no laboratório acerca da disciplina Eletrônica Digital, à qual estávamos envolvidos, decidimos pela concepção e desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem que pudesse melhor orientar o processo de ensinar e aprender. Esta atitude foi tomada ao se perceber que

*"o trabalho docente está crescentemente se tornando o que estudiosos do processo de trabalho chamam **intensificado**. Mais e mais coisas precisam ser feitas; menos e menos tempo está disponível para fazê-las. Assim, não se tem uma grande escolha a não ser a de comprar materiais prontos, continuando desta forma uma tendência na qual todos os elementos curriculares importantes não são localmente produzidos mas adquiridos de fontes comerciais cuja finalidade maior pode ser o lucro, não necessariamente o mérito educacional" (Apple, 1986:38).*

Concretizado a idealização do tipo e das características do equipamento que estaria adequado à disciplina em questão e possível de viabilizar sua implementação, outras preocupações foram se apresentando ao elaborar a sistemática de abordagem e utilização do novo equipamento didático-pedagógico. Uma especial e sintomática preocupação foi antevista para tentar sua equação, no sentido de conseguir adequar o equipamento ao ambiente almejado.

"Ao invés de a máquina ajustar-se às necessidades e visões do professor, alunos e comunidade, muito freqüentemente as necessidades e visões são forçadas a ajustar-se à própria tecnologia" (Id, Ibid, p. 47).

Não se está interessado no desenvolvimento de apenas mais um kit didático como recurso instrucional, mas sim num equipamento que, aliado a uma metodologia, possibilite uma ambientação-intervenção do aluno, proporcionando uma evolução de seu saber, de sua lógica, de seu raciocínio e de sua criatividade e, por conseqüência, promovendo sua maturidade e entendimento como profissional e cidadão.

O equipamento lógico-didático em perspectiva não deverá ser instrucional no sentido de repassar o receituário e o resultado da experiência. Ele só terá sentido desde que a prática realizada esteja amparada numa formulação teórica e que possibilite ao término da experiência uma nova conceituação teórica, fruto de análises e conclusões vivenciadas através da concepção metodológica implementada no equipamento lógico-didático. Por esta razão

"... a eficiência da tecnologia educacional não pode ser caracterizada só pela eficiência em obter resultados da aprendizagem, mas em obter resultados da aprendizagem para o homem, tendo em vista possibilitar a sua maturação e sua libertação e não a promoção de sua insegurança e dependência" (Luckesi, 1980:5).

O ambiente buscará ser crítico, isto é, que provoque constantes reflexões, que não se tenha o assunto estudado e analisado sob o estigma de **conteúdo acabado, pronto**, impossibilitado de discussões e sujeito a correções e alternativas, como ocorre com freqüência na maioria dos cursos de Ciência e Tecnologia em qualquer nível.

"Pelo fato de se mostrar constantemente o consenso científico, não se permite que os estudantes vejam que, sem discordância e controvérsia, a ciência não avançaria ou avançaria a um ritmo mais lento" (Apple, 1979:135).

Para a consecução do **ambiente de experimentação** adotou-se, como proposta metodológica, um programa de experiências oriundo de uma **temática central**, ou seja, experimentos em Eletrônica Digital que estejam vinculados ao projeto e implementação de um circuito ou aparelho digital. A proposta empresta também por analogia didático-pedagógica, uma concepção globalizante voltada para a apreensão de estrutura do conhecimento em ciência, cunhada nos chamados **conceitos unificadores**: "sua função é reduzir a fragmentação dos conteúdos e permitir uma melhor ligação entre as partes e o todo" (Delizoicov e Angotti, 1991:22). Estes conceitos "...estão presentes em várias teorias, disciplinas e cam-

pos de conhecimento, daí unificadores" (Angotti, 1991:113).

Como educadores, há necessidade de termos conhecimento mais sólido acerca do processo de assimilação, desvelar quais os aspectos cognitivos envolvidos, como desenvolver a capacidade de aprender, de raciocinar e/ou de pensar. Sem o domínio destes assuntos, provavelmente continuaremos envolvidos numa metodologia míope, defasada e não comprometida com a realidade, contribuindo possivelmente para a má formação de nossos alunos.

Sob essa perspectiva panorâmica, lançamos hipóteses que melhor esclarecem e vislumbram as ações e as estratégias e suas implicações para o ambiente educacional em estudo.

1. Todo educador que detiver conhecimento mais aprofundado do seu ambiente de aprendizagem e de quais fatores sócio-político-econômicos interferem para seu completo e efetivo desenvolvimento, possivelmente contribuirá mais para o enriquecimento de sua abordagem educacional.
2. Através do engajamento e da determinação ousada e individualizada de um professor ou de um pequeno grupo de docentes, numa etapa inicial, é possível levar adiante um projeto educacional bem elaborado e desenvolvido, conseguindo sensibilizar outros colegas professores que poderão adotar semelhante postura.
3. Um ambiente de experimentação em lógica binária que disponha de um equipamento eletrônico didático, aliado a uma concepção metodológica, possibilita uma aprendizagem mais dinâmica e eficiente, proporciona o desenvolvimento da capacidade de aprender a pensar e de pensar como fazer do educando.
4. O desenvolvimento da capacidade de aprender, de pensar e de fazer, pode promover a maturação e evolução do aluno, com transferência possível para outros campos do saber elaborado, bem como, rumo à sua futura condição de técnico e cidadão.

CAPÍTULO 3

BASES TEÓRICAS

3.1 - A TECNOLOGIA E SUAS INOVAÇÕES NO MEIO EDUCACIONAL

A tecnologia, como meio estruturador e de aplicação ampla e sistematizada à ciência, tem sido empregada nos mais variados setores da atividade humana. Recursos tecnológicos vêm sendo aplicados na indústria, no comércio, nas instituições financeiras e também, como não poderia manter-se isolada, na escola.

A escola, principalmente a pública, utiliza-se também, em bem menor escala, da tecnologia. Contudo, essa tecnologia tem estado em constante defasagem da existente e empregada pelo público consumidor. De fato, podemos exemplificar através do uso da tv, do vídeo cassete e até do microcomputador. Alguns destes equipamentos já são de domínio público, corriqueiro até para algumas pessoas. No entanto, de pouco ou quase nenhuma intimidade no meio escolar. Logicamente, em boa parte isto se deve ao desprezo e ao sucateamento com que se defrontam nossas escolas quanto a recursos financeiros.

A tecnologia eletrônica, hoje em evidência, mesmo quando tem sido possível a sua incorporação em algumas escolas mais afortunadas, não tem evidenciada a sua utilização de forma criteriosa, racional, sistematizada e inteligente. Em outras palavras, todos os recursos tecnológicos, mesmo com a defasagem já mencionada, que essas escolas dispõem, não são corretamente aplicados, ou então, empregam associados a metodologias inadequadas e ultrapassadas.

"A maior parte de tudo o que tem sido feito até hoje sob o nome genérico de 'tecnologia educacional' (...) acha-se ainda no estágio da composição linear de velhos métodos instrucionais com novas tecnologias" (Papert, 1988:56).

Em outras palavras, freqüentemente o recurso tecnológico educacional tem sido relegado a uma aplicação meramente instrucional, particularizada e modularizada, portanto, impossibilitado de vislumbrar um tratamento mais amplo, didático e educacional, pois

"Para promover realmente a educação, a atual tecnologia, utilizada e desenvolvida no âmbito educacional, deve deixar de ser instrucional para ser educacional, pois que esta última garante o crítico, o questionamento, a maturação interna de capacidade e valores e não a imposição externa de modos de comportar-se" (Luckesi, 1980:5).

Para melhor compreender, distinguir e empregar a Tecnologia Educativa

"... se refere à aplicação de tecnologia ao sistema educativo em qualquer de suas áreas. Quando se aplica especificamente ao processo de ensino-aprendizagem (isto é, à instrução), então se trata de Tecnologia Instrucional, um subconjunto da Tecnologia Educativa tal como a instrução o é da educação (Eric, Apud Szczurek, 1978:259) (tradução minha).

Nos cursos que exigem a experimentação em destaque, persiste uma prática cega do fazer por fazer, do receituário, do laboratório pronto apenas para determinado experimento, inviabilizando uma eventual interpolação ou extrapolação.

Particularizando ao ambiente laboratorial de Eletrônica, em que se sobressai o uso intensivo de kits ditos didáticos, instrumentos de medição e controle, componentes, circuitos e equipamentos eletrônicos, etc., observa-se uma pro-

cupação excessiva em seguir um receituário de procedimentos, em dominar o uso de determinado dispositivo, em fazer tal circuito funcionar, em coletar dados aleatoriamente, em confeccionar relatórios apressadamente e outros procedimentos observáveis tanto nos educadores como, por conseqüência, nos educandos. Existe uma obsessão, levado a extremos absurdos, em reinventar, em redescobrir a roda, ou eletronicamente falando, em "botar" para funcionar um circuito no laboratório. Obviamente, todos esses passos são importantes em qualquer experimentação, mas não fundamentais.

"O ensino tradicional (...) é forçado a superenfatizar o quantitativo, devido aos acidentes da tecnologia de papel e lápis, que favorece o trabalho que pode produzir uma 'resposta' definitiva" (Papert, 1988:170).

O emprego impróprio da tecnologia eletrônica vem realçar esta característica.

"Isto é reforçado por um sistema de ensino usando 'laboratórios' onde são feitos experimentos para provar, invalidar, e 'descobrir' proposições já conhecidas. Isto faz com que seja muito difícil que o aluno encontre um modo de reunir de forma construtiva intuição e métodos formais. Todos estão muito ocupados seguindo as receitas" (Id, Ibid, p.170).

Seymour Papert destaca ainda na p. 23, que vê

*"as salas de aula como um **ambiente de aprendizado** artificial e ineficiente que a sociedade foi forçada a inventar porque seus ambientes informais de aprendizado mostraram-se inadequados para a aprendizagem de domínios importantes do conhecimento, como a escrita, gramática ou matemática escolar".*

Destaca também que a presença de um microcomputador em sala de aula, aliado a uma concepção metodológica adequada, permitirá mudar o **ambiente de aprendizagem**.

A proposição em abordar aulas experimentais de Eletrônica Digital em laboratório sob um diferente enfoque, não tradicional, deve se fundamentar numa concepção metodológica que proporcione ao aluno-experimentador oportunidades de desenvolver suas potencialidades, necessárias à função operacional de técnico e crítico-social de cidadão nacional e, quiçá, universal.

3.2 - OS PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS DO AMBIENTE DE EXPERIMENTAÇÃO

Podemos destacar algumas características do proposto ambiente de experimentação em questão:

1. Aprende-se pensando, pensando e fazendo, colocando a mão na "massa" e não sendo modelado através de receitas, como se fosse um marionete.
2. Diz o ditado popular: "é errando que se aprende". É pela depuração e superação dos erros que se chega à solução de um problema, na concepção epistemológica de Gaston Bachelard (existem erros primeiro, não verdades primeiro). Um erro cometido, quando acompanhado de avaliação, leva necessariamente a um novo processo de raciocínio para formular uma nova ou diferente abordagem. Além disso, os erros cometidos pelo educando no transcorrer do processo, são importantes referências para auxiliar o professor na condução e avaliação de sua metodologia educacional.
3. Desenvolve a capacidade de aprender a aprender, muito mais sintomática e relevante do que aprender a decorar.
4. O professor é encarado como facilitador da aprendizagem. Ocorre uma efetiva interação com os alunos. O professor, nesta condição de facilitador procura provocar, a todo instante, o aluno a refletir, retirando-o de sua tendência, quase natural, de não sistematização de sua aprendizagem.
5. Ocorre o equilíbrio entre a assimilação e a acomodação do conteúdo proposto.

"Piaget descreve a inteligência como uma capacidade adaptativa decorrente de trocas funcionais (ou dialéticas) entre o indivíduo e o meio e segundo as quais se pode notar a ação do indivíduo sobre o meio e do meio sobre o indivíduo. Isto ocorre à medida em que 'assimila' experiências, adapta-as às suas estruturas mentais já existentes. 'Acomoda-as' modificando-as, de modo a permitir a inclusão de experiências que não se ajustam às estruturas até então presentes. Os dois processos, assimilação e acomodação, são além de complexos, bastante inter-relacionados" (Moreira, 1988:3).

3.3 - O AMBIENTE DE EXPERIMENTAÇÃO

Para o ambiente de experimentação proposto não se terá o microcomputador como **veículo propulsor** da aprendizagem, tal como idealizado por Papert. A sustentação desse ambiente será um equipamento lógico-didático, substancial para o desenvolvimento dos experimentos e para a articulação da construção do conhecimento.

Exemplificando sua utilização, podemos imaginar uma aula hipotética, onde ao invés de mostrar a teoria e depois comprovar na prática, poderíamos tomar o caminho inverso. Efetua-se a prática, analisam-se os dados coletados e conclui-se com a obtenção da teoria ou da equação dos parâmetros envolvidos na experiência. Detalhando: especifica-se como objetivo, determinado ensaio para obtenção de alguns dados. Provocam-se reflexões acerca de: qual o modelo ou configuração básica do ensaio, que componentes, ferramentas e equipamentos se deve usar, quais os procedimentos a adotar na montagem, envolve uma seqüenciação, que dados é necessário coletar, como interpretar os dados, como definir um equacionamento do ensaio baseado na interpretação dos dados? Certamente esta metodologia provocará reações adversas, conflituosas. Os alunos experimentadores tentarão a todo custo procedimentos e respostas mais objetivas do professor, pois já estão habituados. Compete ao educador a firmeza em seu posiciona-

mento numa primeira etapa, possibilitando posteriormente aos alunos uma outra visão e a compreensão da realização de ensaios.

Esta metodologia proporcionaria uma assimilação muito mais efetiva do que pelo procedimento tradicional. Não se tem a preocupação em meramente repetir um ensaio. Além disso, o aluno consegue resgatar a sistemática do ensaio no qual ele foi, provavelmente, originalmente concebido. A relevância da experiência está em concebê-la, instrumentalizá-la e concluí-la sob um procedimento metodológico que promova repetidas reflexões, em vista da ocorrência de dúvidas, erros, acertos e opiniões, possibilitando novos direcionamentos no pensar do aluno experimentador. Esta seria uma das supostas intervenções do educador no ambiente de experimentação.

Todavia, convém destacar que a prática antes da teoria incorre em não se observar todos os parâmetros abordados na teoria. Por outro lado, seguir a tendência convencional, possibilita observar apenas os parâmetros definidos pela teoria. Ao professor novamente compete possibilitar ao aluno sua autonomia e forma de aquisição de conhecimentos, buscando reflexões em freqüentes oportunidades, induzindo-os a construir um raciocínio que chegue ao objetivo proposto.

É necessário assinalar que a inovação no meio educacional através de recursos tecnológicos, por si só, não garante, em hipótese alguma, o sucesso almejado na sua aplicação. Para possibilitar uma perspectiva no sentido de avanço e difusão de um projeto bem concebido e implementado, faz-se mister uma criteriosa avaliação desse projeto. Uma avaliação não tendenciosa e a mais abrangente possível, irá, sem dúvida alguma, respaldar o pesquisador e seu trabalho, dando-lhe condições de aperfeiçoá-lo e disseminá-lo em sua escola.

3.4 - A LÓGICA E SUA EVOLUÇÃO

O equipamento lógico-didático, deduz-se pelo próprio nome, terá como foco central de estudo a lógica binária. Lógica esta que teve seus desdobramentos a partir da lógica formal.

A lógica formal ocupa um lugar de destaque no pensamento contemporâneo que, por sua importância filosófica, tendeu sempre a assumir o caráter de disciplina exata, terminando por se fundir intimamente com a matemática. Desenvolveu-se de modo extraordinário nos últimos decênios, abrangendo enorme quantidade de temas, evoluindo a partir da lógica aristotélica, passando pela lógica matemática (booleana) e culminando com seu uso científico e tecnológico nos atuais equipamentos informatizados.

Aristóteles foi o primeiro sistematizador da lógica, procurando caracterizar um **instrumento** (órganon), servindo-se da razão, na busca da verdade. À lógica cabe, por conseguinte, a descoberta de leis gerais de encadeamento de conceitos para formar juízos e de encadeamento de juízos, para formar raciocínios.

Em sua obra: **Metafísica**, Aristóteles destaca o princípio da não-contradição, que tem o seguinte enunciado: "O mesmo atributo não pode, ao mesmo tempo, pertencer e não pertencer ao mesmo sujeito com relação à mesma coisa" (Aristóteles, 1969:92).

Para Aristóteles, os constituintes básicos dos enunciados são os termos, que costumam ser distribuídos em dois grupos: os singulares e os gerais. Os enunciados, construídos a partir dos termos, assumem a forma "sujeito-predicado", onde um termo (o sujeito) é ligado a outro (o predicado), por meio do verbo "é" (são), no caso de concordância entre os termos, ou "não é" (não são), no caso de discordância. Se a concordância ou discordância afirmada for constatada, o enunciado será verdadeiro; falso, na hipótese oposta (Hegenberg, 1972).

O período contemporâneo da lógica tem suas raízes nos trabalhos de George Boole (1815-1864) que inaugura, com sua obra "The mathematical analysis of logic", de 1847, novos rumos para os estudos da matéria. A obra fundamental de Boole, "Investigations of the laws of thought", publicado em 1854, compara as leis do pensamento às leis da álgebra (Hegenberg, 1972).

"Nos últimos 100 anos, poucas obras de matemática têm tido mais impacto na Matemática e na Filosofia que esta famosa obra. Augustus de Morgan assim se expressou sobre esta famosa obra de Boole: 'Nunca se poderia acreditar que os processos simbólicos da álgebra, inventa-

dos como instrumentos para o cálculo numérico, resultassem tão adequados para exprimir atos do pensamento e para estabelecer a gramática e o dicionário de um sistema de lógica, como foi demonstrado nas Leis do Pensamento" (Sangiorgi, 1979:401).

Na sua álgebra da lógica, Boole interpretou os símbolos "0" e "1" como classes especiais, de modo que "1" representa a classe de todos os objetos (o universo) e "0" representa a classe a que nenhum objeto pertença (a classe vazia) (apud Hegenberg, 1972).

Todo o conhecimento historicamente desenvolvido da lógica, em especial, a lógica binária, veio contribuir decisivamente para a compreensão, a concepção e a estruturação de circuitos lógicos digitais, estabelecendo avanços significativos na microeletrônica e, por conseqüência, nos computadores.

Em resposta a esta contribuição da lógica binária, estão sendo implementados softwares nestes microcomputadores que promovem uma compreensão mais elucidativa acerca das questões de inferência lógica e, assim, ao entendimento do pensamento humano.

Porém, para se chegar a essa correspondência mútua de informações foi imprescindível o aperfeiçoamento da chamada lógica clássica de dois valores, pois era insuficiente para a compreensão das situações sob análise. Assim se equaciona a lógica polivalente.

"Esta espécie de Lógica foi, de certa forma, desenvolvida, no último século, por C.S. Pierce e, independente dele, posteriormente por Lukasiewicz. Ela é semelhante à Lógica das funções-verdade, exceto ao reconhecer três ou mais assim chamados valores-verdade, em vez de verdade e falsidade" (Quine, 1972:113).

As chamadas redes neurais, cujos modelos tiveram como inspiração o sistema nervoso e fundamentados pela lógica plurivalente, em muito contribuíram para a idealização de softwares ditos inteligentes ou, mais especificamente, siste-

mas especialistas¹. Hoje, estas mesmas redes neurais artificiais são utilizadas para se analisar e compreender as redes neurais originárias de comunicação do cérebro humano.

Um dos segredos para tornar o computador "inteligente" está na chamada "fuzzy logic" (lógica difusa), pois permite ao computador processar informações vagas em termos relativos, como faz o homem. A teoria da "fuzzy logic" foi desenvolvida em 1965 por Lotfi Zadeh e só recentemente começou a ser explorada pelas indústrias.

"A lógica fuzzy, quando aplicada em um equipamento, age como se um operador bastante experiente estivesse dentro dele, controlando sua operação e tomando decisões rapidamente" (Mason, 1993:16).

Alguns aparelhos de consumo já estão sendo adotados com lógica difusa por inúmeras indústrias japonesas e americanas, como: aspirador de pó, máquina de lavar roupa, câmara fotográfica, máquina de usinagem por eletroerosão, medidor de grandezas elétricas, dentre outros.

Entretanto, estas contribuições complementares entre lógica, ciências biológicas e ciências físicas e matemáticas, têm levado muitos estudiosos a detectarem a grande dificuldade existente para que uma máquina consiga imitar o pensamento humano. Apenas algumas restritas simulações têm sido possíveis, sob condições exclusivas e fechadas. Assim, evidencia-se um enorme distanciamento de expressões e de capacitações entre homem e máquina.

Parece-nos que a questão de deter consciência inviabiliza a ação inteligente numa máquina. O matemático inglês Roger Penrose destaca que há facetas do pensamento que jamais serão imitadas por uma máquina.

"... a questão da inteligência é subsidiária à da consciência. Não acredito que a verdadeira inteligência pudesse estar presente sem fazer-se acompanhar da consciência (Penrose, 1991:451).

¹ Sistema especialista: "software" que através de algoritmos específicos codificam o conhecimento humano, transformando-o num conjunto de regras que permitem obter respostas a problemas relacionados a determinado assunto.

O autor justifica suas idéias, com a seguinte argumentação:

Quando afirmo que a verdadeira inteligência exige consciência, estou sugerindo implicitamente (...) que a inteligência não pode ser adequadamente simulada por meios algorítmicos, isto é, por um computador, no sentido em que hoje usamos essa palavra" (Id, Ibid, p.451 e 452).

Todos os estudos nessa direção parecem indicar que o ser humano tem a consciência exclusiva do que sente e faz, a partir dos bilhões de sinapses¹ que se estabelecem incessantemente em seu cérebro, adquirindo uma formatação para cada indivíduo e para cada pensamento, delineando e estruturando sua capacidade de memória e raciocínio.

Na tentativa de reforçar a idéia da complexidade e da especificidade da natureza humana e a inviabilidade atual de sua reprodução artificial, na geração de um clone, podemos ainda destacar a existência no ser humano de um outro tipo de memória, que tem sido largamente estudada e difundida na área médica. Trata-se da chamada "memória muscular", comandada por estruturas neuromusculares. Especialistas comprovam que todo corpo muscular, quando sofre qualquer alteração, seja acidental ou provocada artificialmente, possui a característica de restabelecer ou recuperar sua antiga situação, como se já tivesse "memorizado" esta sua condição de normalidade.

Alguns tratamentos nas áreas de Ortopedia e Ortodontia vêm sendo aplicados com relativo sucesso, obedecendo a esta característica singular da musculatura humana. Como exemplo, destacamos que os mais inovadores aparelhos ortopédicos, com sua eficácia médica e tecnológica, têm conseguido os mais surpreendentes resultados na correção da arcada dentária e da musculatura facial. No tratamento corretivo,

¹ Sinapse: interligação entre neurônios do cérebro que ocorrem de forma seriada e numa frequência de 40 Hertz.

"... quando o aparelho é usado, os músculos de mastigação são esticados além da posição de seus tônus posturais, (...) os músculos de mastigação exercem uma força na mandíbula para tentar retornar à posição de repouso" (Foster, 1993:275). (O grifo é meu)

O homem, em sua tentativa de conseguir implementar inteligência numa máquina, formula nesta situação um nítido e inegável paradoxo. Ele tenta obter uma máquina que se aproxime de sua maneira de agir e pensar. No entanto, este mesmo homem condiciona-se a determinados procedimentos mentais que são programados pela máquina. Isto é, deseja um clone à sua imagem; porém, na impossibilidade de sua obtenção, passa a copiar e simular várias ações desta máquina imperfeita, concebida e programada pelo mesmo homem que a imita. Apesar da inviabilidade, pelo menos atualmente, de incorporar inteligência numa máquina pelo homem, este não tem conseguido evitar, nos ambientes onde ambos estão presentes, a imitação de algumas situações evidenciadas nestas máquinas.

Por esse prisma tem-se verificado, notadamente na área tecnológica e, mais localizada, nas ramificações de Eletrônica e Informática, a forma de atuação de engenheiros, programadores, analistas e outros "experts", ao analisarem e desenvolverem "software" e "hardware" de computadores. Estes especialistas, não raramente, iniciam um processo mental de também programarem de forma lógica e estruturada suas tarefas rotineiras. Deste modo,

"quando a mente é assim computadorizada, qualquer ação livre, espontânea, passa a ser considerada um abandono ao instinto, e não um comportamento integrado da pessoa total, em que razão e paixão coincidem. (...) A tecnologia tanto abre portas como as fecha. Por um lado, habilita as pessoas a fazerem coisas que de outro modo são impossíveis. Por outro, impele as pessoas a agirem por razões mais técnicas do que humanas" (Kneller, 1980:258 e 259).

O homem precisa e deve, ao criar e disseminar novas tecnologias, estar atento, não apenas nas suas aplicações, mas sobretudo, nas suas implicações.

"O que se precisa é de uma concepção mais fria e menos extravagante da tecnologia, com sua vasta gama de conseqüências, seus grandes poderes para o bem e o mal, e seu reflexo da complexidade da natureza humana. De fato, as conseqüências da inovação tecnológica são quase sempre mais complicadas do que os inovadores esperavam" (Id, Ibid, p. 263).

O criador da Cibernética, Norbert Wiener, em 1950, já antevendo tais complicações, discutia se o homem moderno

"aceitará a superior perícia das decisões feitas pela máquina sem indagar muito dos motivos e princípios que as fundamentam" (Wiener, 1968:182).

Tais considerações foram observadas em sua essência, quando nos detivemos no desenvolvimento e na análise deste trabalho. Tentamos estabelecer uma razoável e possível isenção analítica, a partir da implementação do ambiente de experimentação concebido e estruturado, comparado com o ambiente existente em que estavam sendo submetidos os alunos do Curso Técnico de Eletrônica.

3.5 - A LÓGICA E SEU TRATAMENTO NO AMBIENTE DE EXPERIMENTAÇÃO

Têm-se percebido nas aulas práticas tradicionais envolvendo estudos de lógica binária, em Eletrônica Digital, a ausência do seu tratamento filosófico, pluridisciplinar, a dificuldade de sua abordagem matemática e conseqüente aplicação aos circuitos lógicos digitais. Verifica-se, ainda, a realização de experiências desprovidas de encadeamento, logicidade e de uma visão global de suas aplicações.

Para tentar equacionar uma nova perspectiva, tem-se como configuração metodológica por via analógica, a introdução dos chamados **conceitos unificadores**, permitindo "perpassar as fronteiras rígidas impostas" (Delizoicov e An-

gotti, 1990:22) pelo currículo, pelos livros didáticos e pelo manual de procedimentos experimentais. Buscar-se-á a não fragmentação de experiências, normalmente isoladas e sem articulação. Delizoicov e Angotti têm como proposta para a sistematização de conceitos unificadores, a introdução de uma usina hidroelétrica, que é a referência para a abordagem metodológica das várias unidades que compõem o ensino de Física, isto é, o programa da disciplina é oriundo de uma temática central: a produção, distribuição e consumo de energia elétrica. À semelhança dessa proposta, tem-se a realização de experimentos que estejam vinculados a uma temática central. Por exemplo, todas as experiências com portas lógicas de circuitos integrados digitais específicas da lógica combinacional¹ estariam **amar-radas** ao projeto de uma calculadora eletrônica. As experiências da lógica seqüencial² estariam vinculadas ao projeto de circuitos temporizadores, tais como relógio, timer, cronômetro, etc.

Dessa forma, possibilitaria ao aluno a visualização e aplicação do experimento realizado de um projeto eletrônico digital, estimulando-o para a experiência seguinte e para uma constatação de realidade prática na área.

Verifica-se também nas disciplinas, não só as práticas, uma espécie de **esconde-o-jogo** de conteúdos interessantes ao aluno, isto é, o professor comenta, discorre sobre eles, até com uma certa insistência. Argumenta que será visto no final do período letivo. Não se sabe se o professor utiliza este critério como meio de motivação dos alunos ou se está condicionado à estruturação curricular de sua disciplina. Ocorre que muitas vezes não se consegue chegar a concluir os conteúdos programados, frustrando os alunos, ansiosos pelo assunto tão empolgante a que se referia o professor.

¹ Na lógica combinacional, " a saída dos circuitos depende única e exclusivamente das várias combinações entre as variáveis de entrada" (Idoeta e Capuano, 1987:71).

² Na lógica seqüencial, " as saídas dos circuitos dependem das variáveis de entrada e/ou de seus estados anteriores que permanecem armazenados" (Idoeta e Capuano, 1987:180).

"A maioria dos currículos (...) forçam o aprendiz a um padrão dissociado de aprendizagem e adiam o material 'interessante' para uma etapa posterior, quando a maioria dos estudantes já perdeu a motivação para aprendê-lo" (Papert, 1988:151).

Para tentar fugir desse impasse, deve-se buscar pré-requisitos que estejam "embutidos no sistema e onde os aprendizes podem tornar-se ativos, arquitetos construtores de sua própria aprendizagem" (Id, Ibid, p.151).

3.6 - A CIÊNCIA E A TECNOLOGIA NO AMBIENTE DE EXPERIMENTAÇÃO

A busca pelo interesse e participação do aluno passa igualmente pela abordagem instrumentalizada e vivenciada do cotidiano. A esfera na qual o aluno e professor se inserem está potencialmente ligada aos meios científico, tecnológico e social.

Até poucos anos atrás, a ciência e a tecnologia, por estarem dissociadas, tinham tratamento diferenciado. Não se percebia claramente as implicações de uma e outra. Os cientistas trabalhavam mais isoladamente sem se preocuparem com aplicações de suas invenções. Por outro lado, os tecnólogos buscavam produzir artefatos sem recorrer às teorias científicas. Este distanciamento, sem dúvida alguma, provocou, por um grande período, uma estagnação nos meios científico e tecnológico.

"Não obstante, é irrealista supor que a ciência e tecnologia permanecessem separadas por tanto tempo (...). A aliança somente foi plenamente formalizada depois da II Guerra Mundial. (...) Atualmente a ciência é considerada parceira da tecnologia e, a este respeito uma atividade tão utilitária quanto contemplativa" (Kneller, 1980:251 e 252).

Mesmo articulando-se em melhor sintonia, o binômio ciência-tecnologia ainda não permitia a visualização por completo do fruto de sua interação. Muitas vezes ocorriam resultados desastrosos.

"Nem sempre é possível prever as eventuais aplicações tecnológicas e conseqüências sociais de um programa de pesquisa básica na época em que foi iniciada" (Id, Ibid, p. 254).

De fato, em inúmeras ocasiões desastres ocorreram, agora não mais pela desarticulação ciência-tecnologia, mas sim pela inobservância de outro fator: o impacto social. A partir da inclusão do fator "sociedade", forma-se um tripé elucidador e equacionalmente harmônico em que, desde que bem articulado e solidamente apoiado, dará sustentação às realizações do ser humano.

Como transpor este tripé para o ambiente escolar tem sido a preocupação e objeto de pesquisa de alguns educadores.

"Problemas como o desenvolvimento da criatividade, a integração com a cultura, a ecologia, o descobrimento e a realização pessoal, o desenvolvimento de estratégias cognitivas, o estímulo de atitudes, expectativas e disposições, têm crescido muito na tarefa educativa e no campo da tecnologia educativa..." (Chadwick, apud:López, 1983:119, tradução minha).

A tarefa é árdua, porém deve ser perseguida. Os resultados podem não ser compensadores de imediato, mas certamente detonarão mudanças substanciais no modo de pensar e, principalmente, no de agir de nossos educandos.

CAPÍTULO 4

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1 - CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Nesta fase, o presente trabalho de Dissertação de Mestrado em Educação envolveu quatro estágios fundamentais para a sua consecução: 1. Sondagem do atual ambiente; 2. Concepção e estruturação de um novo equipamento lógico-didático; 3. Concepção e desenvolvimento da metodologia experimental; 4. Implementação e avaliação do ambiente de experimentação.

A pesquisa procurou caracterizar-se como de abordagem Qualitativa - Pesquisa-Ação, porque visa à transformação do ambiente existente para um outro, que se deseja e imagina, com melhores efeitos e resultados na abordagem da disciplina de Eletrônica Digital.

Embora tratada de forma diferenciada por vários autores, a Pesquisa-Ação

"... no que concerne à sua essência, estrutura e natureza, (...) representa uma modalidade prática de pesquisa que busca dialeticamente, criar o conhecimento de forma coletiva, através da ação-intervenção. Não tem uma estrutura rigorosa, sendo que o seu modo de fazer vai se definindo no fazer-se em que pesquisador e população representam os sujeitos da pesquisa e teoria e prática se relacionam num processo contextualizado, histórico, dinâmico, dialético" (Crema, 1991:18).

Para isso, buscou-se a interação com as comunidades docente e discente do Curso Técnico de Eletrônica, em toda e necessária situação e oportunidade. Esta proposta fundamenta-se no pressuposto da oportunização

"aos pesquisadores e grupos de participantes os meios de se tornarem capazes de responder com maior eficiência aos problemas da situação em que vivem, em particular sob forma de diretrizes de ação transformadora" (Thiollent, 1992:8).

Durante os quatro estágios fundamentais da Dissertação, houve a preocupação de não conduzir esta pesquisa com ênfase apenas na coleta de dados, no tratamento estatístico e outras análises burocratizantes. Tal atitude demonstraria uma fria e distante abordagem do meio educacional em destaque, que normalmente tende a ser efervescente, dinâmico e em contínua mutação. Para que houvesse este enfrentamento, estabeleceu-se a pesquisa na qual

"... as pessoas implicadas tivessem algo a 'dizer' e a 'fazer'. Não se trata de simples levantamento de dados ou de relatórios a serem arquivados" (Thiollent, (1992:16).

A cada nova investigação em particular surgia a necessidade da fundamentação teórica e, de forma alguma, poderia haver o descuido em desprezá-la, pois

"... o pesquisador será eficiente e altamente positivo para os propósitos da investigação, se tiver amplo domínio não só do estudo que está realizando, como também do embasamento teórico geral que lhe serve de apoio". Agindo assim, "... lhe permitirá esboçar novas linhas de inquisição, vislumbrar outras perspectivas de análise e de interpretação no aprofundamento do conhecimento do problema" (Triviños, 1987:132).

Como principal objetivo do trabalho, tinha-se o entendimento da necessidade de reformulação e, quiçá, transformação do atual ambiente laboratorial de

Eletrônica Digital, tanto no seu aspecto técnico quanto pedagógico. Pouco produtivo, nos parece, seria investigar apenas os problemas sem remetê-los a conseqüentes soluções.

"Na reconstrução, não se trata apenas de observar ou de descrever. O aspecto principal é projetivo e remete à criação ou ao planejamento. O problema consiste em saber como alcançar determinados objetivos, produzir determinados efeitos, conceber objetos, organizações, práticas educacionais e suportes materiais com características e critérios aceitos pelos grupos interessados" (Thiollent, 1992:75).

Durante o transcorrer da pesquisa houve a conjugação de diversos métodos e técnicas, específicos a cada etapa.

Na obtenção das informações, seja via questionário, ou via entrevista, procuramos nos ater para

"... elementos que não visam orientar as respostas em função das expectativas dos pesquisadores e sim descondicionar as pessoas para que não respondam apenas com 'facilidade', isto é, como se a sua resposta fosse um simples reflexo de senso comum ou dos efeitos do condicionamento pelos meios de comunicação de massa" (Thiollent, 1992:64 e 65).

Num primeiro momento, utilizamos os questionários convencionais, mas com questões, em modo optativo e opinativo, que abordassem e detectassem as reais preocupações do cotidiano laboratorial de alunos e professores.

O universo pesquisado abrangeu a totalidade da população com características definidas para o estudo, constituída por aproximadamente 200 alunos e 8 professores. As questões formuladas nos questionários procuraram detectar evidências gerais, mas sem descuidar de aspectos particulares e específicos que, mais tarde, em muito contribuíram para o aprofundamento e o aperfeiçoamento do trabalho.

Posteriormente buscou-se, mais amiúde, através de reunião participativa (entrevista coletiva) dos professores que atuam na disciplina de Eletrônica Digital, maiores detalhes e sugestões para o equipamento lógico-didático preconcebido.

A etapa seguinte foi caracterizada como técnico-operacional por sua sistematização tecnológica na confecção do equipamento lógico-didático por estagiários, que concluíram ou estão em fase de conclusão no Curso Técnico de Eletrônica.

Na última etapa, foi implementado e avaliado o ambiente de experimentação, envolvendo equipamento e metodologia, concebido e desenvolvido, sob as sugestões da comunidade participante e pesquisada. Um determinado número de alunos (16) que participaram da primeira etapa da pesquisa, quando responderam aos questionários, novamente atuaram agora de forma mais intensa, na vivência, na experimentação e na avaliação do novo ambiente e, sobretudo, comparando com o ambiente já existente. Suas manifestações foram detectadas através de dois modelos de avaliação: questionários e fichas de observação. Dessa forma, o aluno ao vivenciar dois ambientes simulados em tempo real, tem melhor condição e fidedignidade para apreciar, julgar e emitir seu parecer avaliativo.

Para os três modelos de questionários propostos, buscamos formular comparações e obter características próprias para os dois ambientes vivenciados pelos alunos: o atual existente e o novo que foi desenvolvido.

Quanto às fichas de observação experimental, estruturamos um dos modelos em forma fechada, isto é, que procurasse detectar atividades experimentais específicas e contribuir para a análise comparativa entre ambientes, a mais isenta e fidedigna possível. Por outro lado, um segundo modelo de avaliação foi concebido em forma mais aberta, que destacasse ações ou comportamentos globais e generalizantes ao longo da experimentação.

Estes modelos de avaliação procuraram revelar

"... as manifestações (verbais, ações, atitudes, etc.) que o pesquisador observa no sujeito; as circunstâncias físicas que se considerem necessárias e que rodeiam a este, etc. Também as anotações de campo devem registrar 'as reflexões' do investigador que surjam em face da observação

dos fenômenos. Eles representam ou podem representar as primeiras buscas espontâneas de significados, as primeiras expressões de explicações (Triviños, 1987:154 e 155).

A interpretação dos dados obtidos através destes dois modelos de avaliação foi estruturada em função dos seguintes parâmetros ou de

"... três aspectos fundamentais: a) nos resultados alcançados no estudo (respostas aos instrumentos, idéias dos documentos, etc); b) na fundamentação teórica (manejo dos conceitos-chaves das teorias e de outros pontos de vista); c) na experiência pessoal do investigador" (Triviños, 1987:173).

4.2 - SONDAAGEM DO ATUAL AMBIENTE

Para a efetivação do primeiro estágio proposto teve-se como procedimento a realização de uma sondagem, que identificamos como Avaliação Diagnóstica, para coleta de subsídios, junto aos professores e aos aproximadamente duzentos alunos da disciplina de Eletrônica Digital do Curso Técnico de Eletrônica da Escola Técnica Federal de Santa Catarina.

A disciplina de Eletrônica Digital está distribuída em três fases do Curso Técnico assinalado. Tanto para o período diurno, como para o período noturno, a grade curricular prescreve um período de quatro anos (oito semestres). A clientela pesquisada corresponde aos alunos de quarta, quinta e sexta fases (período semestral). Independente do turno, adotou-se, quando implantado o Curso, na composição da grade curricular, os nomes de Eletrônica Digital I, II e III, a serem ministradas, respectivamente, nas três fases programadas (vide anexo 1).

A coleta de dados em vista procurou detectar aspectos ambientais (tecnológicos e educacionais) do Laboratório de Eletrônica Digital do Curso Técnico de Eletrônica. Atualmente, os alunos vêm desenvolvendo experiências por meio de dois tipos de kits didáticos, aliado ao uso dos respectivos manuais de experiências desses kits, textos e uma metodologia de abordagem que difere de professor

para professor e de turma para turma.

Buscou-se analisar anseios, dificuldades, dúvidas, objetivos, razões e motivos das características atuais implantadas e implementadas neste laboratório. Procurou-se determinar até que ponto educandos e educadores têm demonstrado satisfação, interesse e participação pelo ambiente vivenciado. Esta foi a preocupação central dessa enquête, onde se utilizou um questionário apropriado e diferenciado para professores e alunos (vide apêndices 1 e 2).

4.2.1. QUESTIONÁRIOS DE COLETA DE DADOS - RECOMEN- DACÕES E CRITÉRIOS

Para o adequado preenchimento dos questionários pelos alunos, foi solicitado aos professores aplicadores:

- a) Conceder tempo disponível, necessário e suficiente, de 30 minutos no início de suas aulas;
- b) Destacar ao aluno: a seriedade, a importância e o devido respeito e cumprimento nas respostas do questionário, pois este refletirá não só no conhecimento mais aprofundado das suas idéias (do aluno), como possibilitará uma futura melhoria no processo ensino-aprendizagem do Curso Técnico de Eletrônica, mais destacadamente a disciplina de Eletrônica Digital;
- c) Tentar auxiliar os alunos quanto a possíveis dúvidas, mesmo que o questionário possua um tutorial em sua primeira página;
- d) Dar especial atenção no assinalar do tipo ou tipos de equipamentos utilizados em laboratório, onde boa parte dos alunos não conseguem associar à especificação do fabricante.

RELAÇÃO DE TURMAS, NÚMERO DE ALUNOS QUESTIONADOS E DISCIPLINAS

Turma	No. alunos	Disciplina	Professor
085101	27	Elet. Digital I	A
086101	26	" " II	A/B
086201	15	" " II	C
086202	16	" " II	C/D

087201	07	"	"	III	E
086301	18	"	"	I	F
087301	12	"	"	II	G
088301	10	"	"	III	H

TOTAL	131				08

CRITÉRIOS DE MAPEAMENTO DE RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS DOS ALUNOS

O assinalar da opção prevalece sobre o assinalar do grau. O aluno determina sua resposta na opção. O grau apenas reforça e avalia quantitativamente sua opção. Constatou-se, inclusive, nas respostas de muitos questionários, que pode o grau atrapalhar, confundir os alunos, ou até mesmo, burocratizar a eficiência de suas respostas. Sendo assim, decidiu-se efetuar o mapeamento dos resultados apenas em função da opção emitida, ignorando-se o grau avaliado. Com isso, conseguiu-se maior clareza e objetividade na apuração e análise das respostas.

4.2.2 - MAPEAMENTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.2.2.1 - DOS ALUNOS

O apêndice 1 apresenta também o mapeamento de resultados optativos dos questionários de alunos, em número quantitativo.

Com relação às opiniões emitidas pelos alunos, agrupamos e condensamos, por área de interesse, às principais, mais repetidas e mais oportunas. Para melhor apreciação, apresentamos em sua totalidade todas as opiniões manifestadas pelos alunos nos questionários.

Cabe aqui destacar inicialmente que, em número relativamente numeroso de respostas das questões, a abordagem pelos alunos foi, de maneira quase constante e insistente, de reclamo de pouca ou quase nenhuma realização de aulas práticas. Tal destaque foi apresentado, não só para a disciplina sob apreciação (E-letrônica Digital), mas sim, principal e indistintamente, a manifestação de opinião

generalizada e extensiva a todas as disciplinas do Curso Técnico de Eletrônica.

Analisando mais detalhadamente, especialmente os resultados mapeados e comentários mais freqüentes, podemos destacar as seguintes considerações acerca das opções e opiniões emitidas pelos alunos questionados:

A) ASPECTOS GERAIS DO CURSO E DA DISCIPLINA

Observa-se que a grande maioria (75%) selecionou o Curso Técnico de Eletrônica como carreira desejada, seja em função da melhor organização, seja porque já trabalhava na área, seja porque acredita que o futuro pertença à Eletrônica. No entanto, constata-se um recrudescimento de opinião no avançar do Curso, baixando para 52% a satisfação pela opção adotada, em função do Curso deixar a desejar, principalmente pelo reduzido número de aulas práticas. Fica evidente na questão 1.3 do questionário, que este recrudescimento deve-se em grande parte ao grau de satisfação (19% satisfeitos) com o Curso oferecido pela ETF-SC, provocado pela precária infra-estrutura (faltam laboratórios, equipamentos, materiais, livros, etc). A questão seguinte, refletida pelos alunos, evidencia como sendo uma parcela de sua própria culpa, no sentido de pouca (32%) ou em parte (48%), na colaboração de melhoria do Curso. Essa participação tem se revelado apenas quando são solicitados.

Quanto ao relacionamento professor-aluno (72% bom) e aluno-aluno (90% bom), observa-se uma aproximação mais efetiva entre alunos, mas sem desmerecer o também bom relacionamento professor-aluno. O bom convívio entre alunos é lembrado como se a turma fosse uma grande família, onde um procura ajudar o outro. Por outro lado, embora também exista uma boa afinidade professor-aluno, alegam que poderia ser mais intensa e próxima se alguns professores não fossem tão inflexíveis.

A maioria (62%) dos alunos considerou que o programa do Curso será útil em sua vida pessoal e profissional, pois oferece um amplo leque de informações. Porém, ressaltam a necessidade de mais aulas práticas e que algumas disciplinas e respectivos conteúdos com suas "cobranças", são excessivamente inopurtas e inadequadas para atender ou visar o mercado de trabalho.

Destacam que a disciplina de Eletrônica Digital será útil (75%) no seu desempenho profissional, além de ser uma disciplina interessante e de fácil aprendizado. Todavia, não consideram suficiente (45%) o número de experimentos laboratoriais para o bom entendimento dos tópicos teóricos. Os alunos deveriam ter mais contato com montagens de circuitos e, complementam que quando têm experiências, elas são poucas e precárias. Por último, destacam (54%) que não houve assunto de merecida importância que tenha sido esquecido de ser abordado na disciplina. Alguns especificam determinados conteúdos programáticos que, entretanto, ainda serão abordados ao longo do Curso.

B) METODOLOGIA EMPREGADA PELO PROFESSOR

O desenvolvimento do programa curricular pelo professor é bem aceito pelos alunos em 43% e, razoavelmente aceito em também exatos 43%. Alguns destacam a seriedade e a competência dos professores, porém alertam que necessitam de um aperfeiçoamento didático-pedagógico. Consideram os trabalhos individuais (58%) e em grupo (66%) influências positivas em sua aprendizagem. Os trabalhos individuais exigem mais dos alunos e ajudam a desenvolver a criatividade, a iniciativa e a autocrítica. Quanto aos trabalhos em grupo, proporcionam um maior entrosamento e desinibição, motivando a ajuda mútua, mesmo quando algum integrante não colabore de forma adequada e sincera. Avaliam (55%) que os conteúdos teóricos e experiências demonstram encadeamento e continuidade, mas advertem, com freqüente insistência, que alguns tópicos não são experimentados na prática.

A maioria (74%) ainda não realizou experiência prática antes do assunto teórico. Acreditam que tal metodologia só é válida desde que se tenha alguma noção anterior à experiência para montar e, que se repita este mesmo experimento posteriormente à teoria. Por outro lado, 37% dos alunos que já efetuaram a prática antes da teoria, julgam que essa sistemática não lhes traria mais facilidade em sua aprendizagem. Esclarecem que tiveram dificuldades porque o professor não repetiu a prática após a teoria. Apesar disso, salientam que a aula prática antes, desperta mais a curiosidade para a teoria. Ressalte-se aqui que uma boa parcela dos

alunos (20%) não respondeu ao questionamento, em função de metodologia não vivenciada, determinando impossibilidade de emitir opção ou opinião.

Cerca de 39% dos alunos consideram adequado, outros 34% parcialmente adequado, o procedimento experimental adotado em laboratório. Especificam que a eficiência será maior desde que se tenha equipamentos, materiais e número de experimentos em quantidade suficiente para se efetivar o aprendizado. Quanto à metodologia empregada pelo professor, 49% julgam que facilita o desenvolvimento de seu raciocínio e de sua lógica, 39% deles dizem que em parte. Alguns dizem que os professores procuram fazer os alunos pensarem de maneira mais prática. Outros, entretanto, atentam para a necessidade de mais exercícios em sala de aula, melhor conciliação entre tópicos das disciplinas com tarefas ou funções a serem desempenhadas na futura profissão.

Os erros cometidos durante a experiência não são encarados (39%), em parte encarados (30%), como desatenção, inobservância ou não raciocínio suficientes. Quando acontecem, os erros vêm de outras fontes diferentes das apresentadas, como: equipamento ou componente em estado deficiente, produto de uma aula mal ministrada ou esquecimento de algum ponto numa situação sob pressão de tempo, de nota ou de circuito muito complexo. Pelo contrário, eles acreditam (61%) que os erros lhes possibilitam uma melhor compreensão do circuito. Os alunos acreditam que o erro possibilita descobrir detalhes que não ficaram totalmente compreensíveis na teoria e, com isso, trazendo uma nova reflexão e reforçando o aprendizado.

C) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO AMBIENTE LABORATORIAL

Boa parte dos alunos (60%) considera o manuseio do kit didático de fácil entendimento, quase não necessitando de ferramental de apoio (50%) ou de constantes manutenções (43%). Neste item, alguns alunos (19%) eximiram-se de responder, desinformados sobre quem presta a manutenção e a quantidade de defeitos que ocorrem semanalmente. A operação de interligação dos componentes necessita muito (31%) ou em parte (36%) de manuais de consulta de pinagem dos circuitos integrados. Eles acreditam (49%) que as experiências têm sido satisfató-

rias no seu resultado final.

Quanto à bibliografia, um percentual de 57% dos alunos julgam-se satisfeitos com o livro adotado na disciplina e 50% consideram bom os textos veiculados em laboratório, onde abordam conteúdos teóricos e/ou procedimentos experimentais. Destacam que o livro adotado na disciplina é detalhista e abrange todos os conteúdos da disciplina de forma simples, objetiva e clara. Porém, sua deficiência é não abordar nada sobre experimentações práticas e o número reduzido de exercícios resolvidos.

4.2.2.2 - DOS PROFESSORES

A análise das respostas baseia-se nas opiniões emitidas pela maioria dos oito professores que responderam ao questionário.

A) ASPECTOS GERAIS DO CURSO E DA DISCIPLINA

A maioria dos professores está satisfeita com o ensino de Eletrônica, destacando a necessidade de reformulações, amplas e profundas, a fim de melhor adequar e preparar um Curso mais próximo do idealizado por professores, alunos e comunidade. Dentro das possibilidades e limitações, a maioria participa e tenta contribuir para a melhoria do Curso. Apesar da carência de recursos didáticos e laboratoriais, tem-se procurado buscar soluções alternativas que supram ou minimizem as deficiências, adequando os recursos existentes aos anseios emergenciais do Curso Técnico de Eletrônica.

Existe muito bom relacionamento entre professores e entre professor-aluno, embora os professores o desejassem com maior intensidade.

Acreditam que o programa desenvolvido no Curso será útil para a vida pessoal e profissional do aluno, conforme análise de relatos dos ex-alunos, atuando como estagiários ou como técnicos. Julgam, entretanto, a necessidade de melhoria em vários aspectos.

De fundamental importância a disciplina de Eletrônica Digital, não só de forma básica, dando suporte a outras disciplinas, como pela aplicabilidade aos

circuitos e equipamentos eletrônicos digitais. Consideram que o número e a característica das experiências práticas de laboratório são suficientes e adequadas para o entendimento dos tópicos abordados e, não acham que existe assunto esquecido no programa.

B) METODOLOGIA EMPREGADA PELO PROFESSOR

Acreditam que o programa curricular corresponde ao que os alunos esperam, ressaltando alguns que gostariam de maior número de aulas de laboratório.

Avaliam que tanto trabalhos individuais como em grupo, contribuem para a aprendizagem efetiva dos alunos. Consideram que os conteúdos teóricos e as experiências realizadas apresentam encadeamento e continuidade. Salvo duas exceções não explicitadas, os professores não costumam realizar experimentos antes de ser observado o assunto teórico. Para as respostas "sim" do item anterior: trouxe benefícios facilitando a aprendizagem da teoria e tornando interessante o conteúdo, mas sendo necessário após um reforço da experiência praticada. Para as respostas "não" do item anterior: respostas em branco ou sem referência para opinar aqui preponderaram. Um professor destacou: "O procedimento prático em Eletrônica Digital é quase tão 'necessário' quanto o teórico".

A maioria julga que o procedimento experimental que adota tem possibilitado ao aluno: maior clareza, objetividade, rapidez e desembaraço nas experiências. Pensam que a metodologia que empregam promove o desenvolvimento do raciocínio lógico e conceitual do aluno.

Alguns, em parte consideram o erro como suporte à aprendizagem, que se pode aprender com ele. Outros, julgam como desatenção, falta de equipamento, insegurança do aluno nos assuntos abordados. Por outro lado, consideram benéfica a ocorrência de erros na realização de uma montagem, ajudando na compreensão e entendimento do circuito.

Atribuem que sua atitude é científica e se revela das mais variadas formas: preocupação com o raciocínio, busca passo a passo de defeitos em circuitos, adoção de método que leve a uma conclusão consistente com base nas evidências,

estímulo à investigação e ao questionamento, procura por respostas sobre fatos não previstos, acompanhamento a um processo de indução ou dedução dos princípios e definições que estimulem uma mudança de conduta.

Quanto aos critérios para a obtenção dos objetivos de seus alunos, a maioria dos professores confundiu a pergunta respondendo como critérios de avaliação na disciplina, inviabilizando uma análise desta questão.

Os professores têm percebido modificações nos alunos no decorrer do Curso, através das seguintes evidências: melhora do raciocínio e da capacidade de análise, aprimoramento do discurso, da terminologia técnica e na geração de novas idéias, maneira familiar de encarar os conteúdos, componentes, montagens e pelas avaliações.

Tipos de estímulos em destaque que oportunamente são concedidos aos alunos: encaminhamento e participação conjunta na disciplina, permanente contextualização do conteúdo, desafio à solução de problemas, aplicações práticas do conteúdo (argumentação) e perspectivas do seu domínio.

Todos os professores fazem atendimentos individuais, onde diagnosticam as deficiências dos alunos através de: questionamentos individuais em classe, pelo conhecimento individual do aluno, observação de trabalhos, exercícios e outras avaliações diversas.

Todos possibilitam oportunidades de manifestação de idéias pelos alunos, das mais variadas formas: durante a exposição dos conteúdos, através de trabalhos, durante os experimentos, na decisão em grupo do plano de trabalho semestral da disciplina.

As práticas inovadoras não existem, embora considerem que as reuniões de Núcleo (todos os professores da área técnica do Curso de Eletrônica) deveriam ser o espaço apropriado.

Não são previstas atividades sem a presença do professor, embora no desenvolvimento de um projeto a presença do professor seja a mais discreta possível, cumprindo mais a função de supervisor e menos a de orientador.

Alguns acatam sugestões dos alunos e tentam implementá-las. Outros, no entanto, destacam dificuldades.

Todos tentam fazer sua própria avaliação de maneira diferenciada. A

maioria busca os alunos como referencial. Alguns elaboram uma auto-crítica.

C) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO AMBIENTE LABORATORIAL

O tipo de kit didático empregado nos experimentos:

- Laboratório para o Ensino de Técnicas Digitais - FVE :	4
- MTTL 101 - CS Componentes e Sistemas Eletrônicos:	3
- Hiperlab Digital - Global:	2
- Mesa Digital - Milan/CEFET-PR:	-
- Outro (matriz de contatos):	3

Alguns responderam que o kit não tem se mostrado de difícil entendimento ao aluno, outros não responderam à questão.

O kit usado precisa de ferramental de apoio, tais como: fonte de alimentação, osciloscópio, alicates, chave de fenda e outros. Alguns não responderam.

Os defeitos mais frequentes: cabos de ligação (ponteiras) com mal contato, display de 7 segmentos com LED queimado, circuitos integrados "queimados", pequenos problemas mecânicos, etc.

Não consideram a operação de interligação dos componentes (fiação) de difícil execução, mas alguns ressaltam que a consulta a manuais de pinagem de circuitos integrados faz parte do aprendizado de um aluno de Eletrônica.

Metade dos professores que respondeu ao questionário considera que as experiências realizadas têm sido consideradas satisfatórias no seu resultado. Outra metade não respondeu.

Consideram o livro texto adotado como adequado, por sua fácil compreensão e por ser básico para estudos individuais. Não há produção local de materiais didáticos específicos da disciplina.

Por último, alguns consideram sua formação adequada ao exercício da profissão de educador. Outros acham que estão carentes na área didático-pedagógica, onde tentam supri-la como autodidata, seja viabilizando através do bom senso, ou pela experiência pessoal na prática, ou pelo intercâmbio entre colegas.

4.3 - CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO EQUIPAMENTO LÓGICO DIDÁTICO

De posse dos resultados obtidos na sondagem inicial, devidamente analisados, iniciou-se a concepção do equipamento lógico-didático e a composição metodológica do ambiente em função dos anseios e desejos da clientela pesquisada e do suporte teórico e metodológico apresentados na justificativa e referencial da presente Dissertação de Mestrado.

Boa parte do tempo despendido nesse segundo estágio foi destinado à confecção do equipamento lógico-didático, atendendo às concepções expostas pelos alunos e professores e envolveu várias etapas.

A primeira delas compreendeu um estudo de apresentação e disposição ergonômica dos vários componentes (chaves, diodos emissores de luz, displays, matrizes de contato, módulos encaixáveis, etc) que comporão a estrutura externa do equipamento.

Como próxima etapa, analisou-se os vários circuitos eletrônicos que terão por função operacionalizar os diversos comandos do equipamento. Em seguida, se testou cada um dos circuitos, deixando-os em condições de otimização para posterior montagem.

Na terceira etapa, se transferiu os vários circuitos anteriormente montados e testados em matriz de contatos para placas de circuito impresso. Para isso, se utilizou de software (programa de microcomputador) específico para obtenção do layout do circuito em placa. A confecção das placas obedece a um procedimento bastante criterioso e sistemático.

A última etapa para a confecção do equipamento foi o acoplamento dos circuitos internos à estrutura, buscando uma combinação e harmonização de todo o conjunto.

Paralelamente a todas estas etapas de construção do equipamento lógico-didático, se elaborou uma seqüência de roteiros para procedimentos de realização de algumas experiências de Eletrônica Digital, que serão apresentadas mais adiante.

4.3.1 - APRESENTAÇÃO DO ANTEPROJETO DO EQUIPAMENTO E SUAS CARACTERÍSTICAS

O anteprojeto do equipamento lógico-didático foi apresentado para um grupo de quatro professores mais experiente que atua na área. Explanou-se inicialmente sobre as características, objetivos e finalidades do referido equipamento.

Tem-se como concepção de equipamento lógico-didático para o Laboratório de Eletrônica Digital, um modelo simples, robusto, resistente, de baixo custo, com facilidade de fabricação seriada, que possua flexibilidade em modificações e que não incorra em constantes defeitos, exigindo manutenções excessivamente periódicas. Internamente, ele conterà apenas o necessário e suficiente para as montagens básicas de técnicas digitais.

O painel frontal inferior do equipamento será provido de:

- 10 chaves lógicas anti-repique com leds de monitoramento;
- 10 saídas indicadoras de níveis lógicos através de leds;
- 1 chave liga-desliga;
- 2 matrizes de contato;
- 1 espera para encaixe de desenho das pinagens de circuitos integrados;
- 6 esperas para encaixe de circuitos em módulos;
- 4 terminais de fontes de alimentação;
- 1 chave rotativa para seleção de frequência de clock;
- 1 display para indicação e testes de níveis lógicos;
- 1 ponta de prova para detecção de níveis lógicos.

Os circuitos internos que possibilitarão os comandos do painel frontal são:

- 1 fonte de alimentação nas tensões +5 V, +12 V, -12 V e terra;
- 10 circuitos anti-repique das chaves de entrada;
- 10 circuitos de saída para os leds indicadores;
- 1 circuito gerador de pulsos (clock);
- 1 circuito testador de níveis lógicos.

Esta configuração básica é a necessária e a utilizada em 90% ou mais das experiências de Eletrônica Digital. Sendo assim, principalmente aos alunos iniciantes (Eletrônica Digital I) atende-se pela simplicidade de visualização e operação. A necessidade de outros circuitos de apoio e complementação em montagens mais complexas são possibilitadas, sistematizadas e operacionalizadas através de módulos encaixáveis na parte frontal superior do equipamento. Atende-se, desta forma, aos alunos de fases posteriores e mais avançadas (Eletrônica Digital II e III). São eles utilizados nos restantes 10 % de frequência das experiências. Estes circuitos são os seguintes:

- 1 circuito decodificador com 2 displays de entrada BCD;
- 1 gerador de pulsos com entrada variável;
- 1 contador digital de 2 dígitos (0 - 99);
- 1 conversor digital-analógico de 8 bits de código binário;
- 1 conversor digital-analógico de 8 bits de código BCD8421;
- 1 conversor analógico-digital de 8 bits;

Estes circuitos não fazem parte da concepção básica do equipamento para evitar uma apresentação complexificada, para não desviar a atenção do aluno (o querer saber para que serve tais e tais "botõezinhos" sem estar previamente habilitado para o conhecimento ou função de operacionalização de determinado módulo do equipamento). Sendo assim, a apresentação dos módulos mais complexos do equipamento se dará gradativamente e em consonância com os tópicos a serem abordados pelo programa curricular.

Esses módulos encaixáveis serão providos apenas da alimentação interna do equipamento, no próprio ato do encaixe. Outras conexões (sinais de entrada, sinais de saída, clock) têm necessidades de serem efetuadas. As placas destes módulos deverão ser em material de fibra, mais resistentes e mais apropriadas às condições adversas de encaixe e desencaixe.

Para acomodar todos os circuitos internos e seus comandos, a proposta é por um gabinete em material de fibra de vidro. A idéia inicial é montar um protótipo para análise e testes. Posteriormente, havendo interesse do Curso de Eletrônica e da Direção da Escola Técnica, produzir-se-á em quantidade suficiente

para atender ao Laboratório de Eletrônica Digital, na proporção de um equipamento para cada equipe de dois alunos.

O equipamento em sua configuração está apto, tanto para montagem como para testes, a receber todas as "famílias" de circuitos integrados (TTL, CMOS, outras). Além disso, permitirá trabalhar com sistemas puramente digitais, puramente analógicos ou ambos (analógico-digitais).

Para uma efetiva otimização ergonômica do painel frontal inferior do equipamento, as chaves de entrada serão posicionadas à esquerda do painel e, os leds indicadores de saída à direita do painel frontal. Optou-se por este posicionamento a fim de evitar que o aluno toque acidentalmente nos fios de ligação, ao executar as conexões de montagem e nos testes.

Para maior facilidade e agilidade nas operações experimentais, optou-se por lâminas plastificadas em pequeno tamanho, contendo o desenho da pinagem dos circuitos integrados. Para as conexões de um determinado circuito integrado, encaixar-se-ia em local apropriado do painel frontal, a lâmina com o desenho correspondente. Assim, evita-se as consultas desgastantes, demoradas e complexas nos manuais, catálogos ou livros, normalmente em língua estrangeira (inglês). Economiza-se precioso tempo, principalmente pelo fato de bom número das aulas práticas ter duração de apenas 90 minutos (2 horas/aula de 45 minutos cada).

O equipamento lógico-didático permite ainda a funcionalidade e praticidade de montagens de circuitos em matriz de contatos (protoboard) isolada. Isto é, monta-se a experiência independentemente e, após, encaixa-se a mesma em local previamente concebido no equipamento, realizando-se os testes, utilizando-se de todos os recursos disponíveis no equipamento. Esta configuração foi prevista principalmente para algumas montagens mais complexas, que exigem mais dedicação e tempo para sua execução e consecução, montagens impossíveis de serem realizadas no intervalo de duas (2) horas/aula. Sendo assim, pode-se ir estruturando o circuito, nos dias de aula laboratoriais, gradativamente. Não será necessário desmontar o circuito a cada final de aula, sem ter conseguido sua finalização e reiniciá-lo do princípio na aula seguinte. Tampouco, se ocupará o equipamento com uma montagem já inicializada por uma determinada equipe, inviabilizando sua utilização por outras turmas. Basta retirar (desencaixar) a matriz de contatos

com o experimento em execução e o equipamento estará livre, desimpedido para outra equipe utilizá-lo.

4.3.2 - SÍNTESE DAS SUGESTÕES PROPOSTAS PELOS PROFESSORES

Apresentando o equipamento em sua versão inicial de pré-projeto, explicitando suas características, seus comandos e suas justificativas, foi solicitado aos professores ali reunidos, a formulação de críticas e sugestões ao equipamento, no sentido de melhor aperfeiçoá-lo e adequá-lo ao ambiente de experimentação proposto. Procurou-se estabelecer uma situação de concordância e serenidade para todas as opiniões que desejassem emitir. Sob esta consideração, estes professores contribuíram com as seguintes sugestões:

- 1 (Prof. B): O professor sugere que, ao invés de encaixar no painel as lâminas plastificadas contendo o desenho da pinagem dos circuitos integrados, dever-se-ia encadernar as mesmas lâminas com arames em espiral e, posteriormente, fixar ao painel. Talvez pudessem ser colocados dois "caderninhos" com desenhos das pinagens dos circuitos integrados, afim de facilitar as ligações de um circuito para outro. Ou, então, tentar associar configurações lógicas de desenhos numa mesma abertura do "caderninho" espiralado. Por exemplo: no verso da lâmina 8 (página 16) posicionar o desenho de um decodificador para display de sete segmentos e, na lâmina 9 (página 17), posicionar o desenho do display de sete segmentos. Ter-se-ia numa única posição de abertura do "caderninho", os desenhos necessários e correspondentes para a execução da montagem pretendida entre dois componentes eletrônicos.

- 2 (Profs. B e K): O equipamento demonstraria ser mais didático e auto-explicativo se as conexões de entrada/saída tivessem terminais próprios, e não via matriz de contatos. Sendo assim, o aluno defronta-se com um ambiente laboratorial mais próximo do real, pois terá que realizar todas as conexões, inclusive a alimentação dos circuitos integrados.

- 3 (Prof. K): Deve-se tentar construir um equipamento leve, principalmente através de um transformador de peso reduzido.

Intervenção: A fonte não necessitará de muita corrente, no máximo 1 Ampère; por isso, a opção já será por um transformador de pequeno porte.

- 4 (Prof. B): A parte superior do painel, onde se localizam os módulos encaixáveis, deve ser também inclinada, tanto para efeito de melhor posição visual, como para facilitar o ato de encaixe/desencaixe dos módulos. O ângulo sugerido, pelos conceitos ergonômicos, deve ser de 15 graus em relação à vertical. A parte frontal inferior também deve ser inclinada de 15 graus, mas em relação à horizontal.

Além disso, deve-se considerar que o aluno mantém os cotovelos apoiados na bancada e que tende a crescer (aumentar a altura) no sentido da profundidade. Portanto, sugere-se que o painel frontal inferior tenha uma altura mínima de 30 mm no seu início.

- 5 (Prof. K): Defende a idéia de um equipamento robusto, resistente e não necessariamente pequeno, tornando mais fácil seu manuseio.

- 6 (Prof. K): Procurar acrescentar módulos encaixáveis de memórias RAM e EPROM.

- 7 (Prof. B e K): O material do gabinete já pré-fabricado em polietileno seria o ideal, pois em fibra de vidro tornar-se-ia muito caro.

- 8 (Prof. B): Os circuitos de entrada/saída e do gerador de sinais devem estar aptos a operar tanto com circuitos integrados da família TTL, como da família CMOS.

- 9 (Prof. B): As entradas devem, preferencialmente, estar do lado direito do painel e, as saídas, do lado esquerdo do mesmo. Ergonomicamente facilitaria a operação de montagens e testes, evitando que se obscureça a panorâmica do circuito pela mão direita do operador que monta e testa. Dessa forma, para impedir a não visualização do circuito, o aluno buscará executar os testes com a mão esquerda (que não oferece segurança e precisão aos destros). Caso tente com a mão direita causará, além do bloqueio visual do circuito, a possibilidade de contatos acidentais nas conexões, provocando mal contato ou interrupção. Mesmo que os alunos estejam acostumados a "varrer" do lado esquerdo para o direito (por exemplo: escrita, leitura, etc), esta habilidade motora e sua seqüência lógica de escrever/ler não deve ser confundida com a habilidade e sua seqüência de montar/testar cir-

cuitos lógicos digitais. Para reforçar esta idéia, deve-se reportar aos conteúdos específicos de Eletrônica Digital (circuitos contadores), onde a seqüência de visualização e contagem de números binários nestes circuitos é sempre inversa à seqüência de leitura dos números decimais.

- 10 (Prof. K): Sugere que quando testado e aprovado o equipamento, o mesmo seja fabricado em quantidade suficiente que permita atender a um equipamento para cada aluno do Laboratório de Eletrônica Digital. Isto será possível pelo baixíssimo custo envolvido na confecção do mesmo.

- 11 (Prof. B): O modo mais fácil e econômico de se obter a estrutura externa do equipamento no Setor de Marcenaria e Laboratório de Mecânica da Escola será: laterais em madeira de lei envernizada, parte frontal em chapa de alumínio, dobrada, furada e devidamente pintada. Posteriormente, aparafusa-se a parte frontal às laterais de madeira. Finalmente, nas partes traseira e inferior podem ser fechadas com eucatex perfurado.

- 12 (Prof. B): Procurar pensar com "carinho" nas conexões dos módulos encaixáveis, para evitar problemas futuros de mal contato.

- 13 (Prof. E): Acrescentar dois módulos encaixáveis: conversor digital/analógico e conversor analógico/digital, todos de 8 bits.

4.3.3 - IMPLEMENTAÇÃO DAS SUGESTÕES

Apresentado o projeto básico do equipamento e posteriormente colhidas sugestões dos professores do Curso Técnico de Eletrônica, procuramos aliar as considerações inteligentemente propostas pelos colegas professores às características estruturais do equipamento previamente concebido, sempre buscando uma otimização ergonômica e uma apresentação didática "limpa".

Constatou-se perante às sugestões propostas, poucas modificações, alterações, supressões ou incorporações de detalhes ao projeto básico. Isto demonstra afinidades de conceitos, opiniões e preocupações entre professores que lecionam a disciplina de Eletrônica Digital.

Desta forma, abordaremos assim, apenas as alterações sugeridas pelos

professores à concepção básica idealizada, evidenciando as principais características e suas versatilidades na forma final do equipamento.

Inicialmente como alteração substancial, o equipamento protótipo foi fabricado com a seguinte estrutura: laterais em madeira de lei envernizada, parte frontal em chapa de alumínio dobrada, com furações necessárias para aceitar encaixes de componentes externos e, pintada com tinta protetora impermeabilizante. Na parte posterior e inferior, foram guarnecidas com placas eucatex. Esta alteração possibilita uma mais fácil fabricação do protótipo nos Setores da Escola Técnica (Marcenaria, Manutenção e Mecânica).

Como segunda alteração, teremos um painel frontal onde serão encaixadas lâminas plastificadas e encadernadas em espiral, contendo a pinagem dos circuitos integrados. Isto evitará possíveis extravios de lâminas isoladas contendo a pinagem de um único circuito integrado, como estava anteriormente estabelecido.

A parte superior do painel do equipamento, onde serão alojados os módulos encaixáveis tem a inclinação de 15 graus em relação à vertical. Esta observação, salientada por um professor entrevistado, possibilita uma melhor posição visual dos módulos, como facilita o ato de encaixe/desencaixe. Além disso, a parte frontal inferior do painel também está inclinada em 15 graus, mas em relação à linha horizontal. Para manter os cotovelos dos alunos apoiados na bancada, o painel frontal inferior tem uma altura mínima de 30 mm em seu início, crescendo (aumentando a altura) no sentido da profundidade do equipamento.

Como grande contribuição, ainda foi sugerido por um professor e acaudado fielmente por sua idéia revolucionária (no aspecto didático e ergonômico), a seguinte configuração: as entradas de dados estão localizadas ao lado direito do painel e, as saídas, ao lado esquerdo do mesmo. Desta maneira, facilita a operação de montagens e testes, evitando que se obscureça a panorâmica do circuito pela mão direita do experimentador que monta o circuito e testa-o. Evita-se, também, a possibilidade de contatos manuais acidentais nos condutores, conexões e componentes do circuito em montagem e teste.

4.3.4 - CONSTRUÇÃO DO EQUIPAMENTO

Estabelecidas as características do equipamento desejado em sua versão final, iniciou-se o trabalho de confecção quase artesanal do referido equipamento.

Para uma mais rápida e eficaz execução, contou-se com o apoio imprescindível de alguns estagiários que se alternaram durante as várias etapas de construção do equipamento. Na etapa inicial, foi de fundamental importância o trabalho desenvolvido por Angela Vianna Torres. Na etapa seguinte, a paciência e determinação de Tatiane Kair. Na última etapa de montagem, colaboraram Alessandro Vanderley dos Santos e Telma Natalina dos Santos.¹

Na construção do equipamento, procurou-se otimizar a seqüência mais lógica e racional. Dessa forma, as etapas garantidas em sua consecução foram as seguintes:

- a) Estudo de apresentação e disposição ergonômica (desenho em escala milimétrica mostrado em sua versão final no apêndice 3) dos vários componentes eletrônicos que compõem a estrutura externa do equipamento, tais como: chaves, diodos emissores de luz (leds), displays, matrizes de contato, módulos encaixáveis, lâminas plastificadas com desenhos de circuitos integrados e outros componentes;
- b) Análise e concepção dos circuitos eletrônicos, cuja função é operacionalizar os diversos comandos do equipamento;
- c) Montagem dos circuitos em matriz de contatos e verificação de seu funcionamento na prática. Testes rigorosos têm por função constatar a eficácia destes circuitos frente a condições adversas, isto é, a situações extremas de simulações em que os alunos buscam aprender sem, todavia, deter ainda todos os conhecimentos necessários a respeito do equipamento e/ou do circuito em experimentação;
- d) Elaboração dos desenhos dos circuitos (apêndice 4) já arduamente testados,

¹ Todos estes estagiários mencionados são alunos ou ex-alunos do Curso Técnico de Eletrônica, com bolsa do CNPq, cumprindo um programa específico de estágio, conforme estipula a grade curricular do Curso.

obedecendo a uma simbologia padronizada dos componentes, através de softwares (programas de computador) denominados "ORCAD" e "ELECTRONICS WORKBENCH";

e) Transferência dos vários circuitos anteriormente montados em matriz de contatos para placas de circuito impresso (apêndice 5). A confecção destas placas obedece a um procedimento bastante criterioso, delicado e complexo. Para isso, utilizou-se de programas específicos de computador chamados "SMARTWORK" e "TANGO". Novos testes são necessários nesta etapa, pois muitas vezes um circuito eletrônico comporta-se de maneira diferenciada de uma estrutura (montagem) para outra;

f) Confecção do equipamento propriamente dito, através do acoplamento dos circuitos internos à estrutura, buscando destacar/ressaltar uma combinação e harmonização de todo o conjunto. Nesta etapa, contou-se com a colaboração dos Setores de Marcenaria, Manutenção e Mecânica da Escola Técnica. O Laboratório de Mecânica confeccionou a parte frontal do equipamento: uma chapa de alumínio com os devidos recortes para posicionamento dos componentes eletrônicos externos. O Setor de Manutenção/Marcenaria pintou a respectiva chapa e produziu as laterais em madeira de lei envernizada.

Numa análise preliminar, sem cálculos detalhados, mas com estimativa confiável, pode-se concluir que o equipamento desenvolvido tem seu custo financeiro e operacional, de valor muito significativamente inferior aos existentes no Laboratório da Escola Técnica e de outros disponíveis no mercado do ensino tecnológico.

4.4 - CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Para a configuração metodológica do ambiente de experimentação desejado, foi necessário um maior aprofundamento no referencial teórico. Várias conceituações e formulações educacionais expressam e orientam, na perspectiva

de uma base mais sólida na abordagem da pesquisa.

Sendo assim, muitas leituras sistematizadas foram indispensáveis, buscando-se o reforço necessário para a formulação metodológica condizente e adequada ao ambiente de experimentação proposto e desejado.

4.4.1 - CRITÉRIOS

A condição inicial para se estabelecer uma metodologia didático-pedagógica com a utilização de um novo equipamento lógico-didático, foi a formulação de critérios ou fundamentos teóricos que amparem este ambiente de experimentação.

Estes critérios são abaixo apresentados e, logo em seguida, abordadas e explicitadas suas características essenciais:

- Temática central
- Pluridisciplinaridade com enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

4.4.1.1 - TEMÁTICA CENTRAL

A apresentação e o desenvolvimento dos conteúdos e experimentos na disciplina de Eletrônica Digital foram vinculados a um tema central, contemplando o conhecimento desta disciplina de forma integrada, com abordagem de assuntos não dissociados e não compartimentalizados.

Tal estratégia visa possibilitar um encadeamento lógico e uma visão global da disciplina, promovendo um referencial aos conteúdos e evitando seu isolamento de um contexto, que deve necessariamente ser integrado e participativo. A idéia central e geradora destes conteúdos foi motivada por semelhante abordagem no ensino de Física, concebida por Delizoicov e Angotti (1991:14). A razão para se promover esta concepção metodológica

"se justifica pela necessidade de articulação entre saberes que, pela sua origem, abordagem, separação rígida em dis-

ciplinas de currículos, parecem distintos, embora mantenham traços comuns" (Angotti, 1991:107).

Por esse viés, de forma análoga, mas com características metodológicas ajustadas ao ambiente de experimentação em circuitos digitais, procuramos conceber um dispositivo, aparelho ou equipamento eletrônico, que possibilitasse o encadeamento natural de conteúdos e o conseqüente vislumbre das várias etapas que constituem este dispositivo gerador e centralizador.

A definição na escolha do aparelho como tema central, somente foi efetivada, após a análise detalhada e aprofundada da composição curricular da disciplina, ministrada ao longo de três semestres do Curso Técnico de Eletrônica.

Durante este empreendimento, foi constatada a dificuldade em se aglutinar todos os conteúdos correspondentes a três semestres (fases) do Curso em função de um único tema central. Dessa forma, para podermos manter o vigor da idéia, efetivamos a sua estruturação e a sua aplicação durante o período de um semestre letivo apenas.

Em função do exposto, foi adotado como referencial uma calculadora eletrônica, onde poderia atender plenamente a este primeiro critério da fundamentação teórica da metodologia experimental.

Com isso, este aparelho, para ser definitivamente escolhido, foi submetido a sucessivas e aprofundadas análises dos conteúdos da disciplina de Eletrônica Digital I, presente na quarta fase da grade curricular do Curso. Os conteúdos desta disciplina abordam Circuitos Combinacionais (já esclarecidos no referencial teórico).

Podemos elaborar uma reflexão histórica acerca da evolução dos métodos e instrumentos de resolução matemática, no sentido de contribuir e justificar a escolha da calculadora eletrônica como elemento central e aglutinador para a abordagem metodológica da disciplina.

Os homens das cavernas utilizavam-se de pedrinhas para verificar a quantidade de carneiros em seu rebanho. Os antigos gregos e romanos inventaram o **ábaco** para resolução de seus cálculos aritméticos, usado ainda até hoje por muitos orientais saudosistas. Este dispositivo

*"... consiste de uma armação retangular que transporta inúmeros fios paralelos. Cada fio sustenta várias contas que podem deslizar ao longo do comprimento do fio. Estas contas formam denominadas **calculi** (plural de **calculus**) pelos romanos, o que significava seixo. Esta raiz latina deu origem à palavra **calcular**" (Bartee, 1977:01).*

A régua de cálculo foi uma evolução do ábaco. Eis que surge há duas décadas passadas em nosso país, a tão odiada por poucos, tão decantada e elogiada por muitos, isto é, a controvertida calculadora eletrônica. A evolução continua com as calculadoras programáveis, os microcomputadores, os minicomputadores, até os supercomputadores de última geração.

Naturalmente, assim como houve uma evolução nos instrumentos de resolução matemática, reciprocamente também houve por necessidade e compatibilidade, uma evolução nas técnicas e métodos de equacionamento matemático. Para os homens das cavernas, contentavam-se com a operação "soma" na utilização de suas pedrinhas. Com a introdução do ábaco, as operações "soma, subtração, multiplicação e divisão" já se tornavam possíveis. Mais tarde, em 1671, Leibniz construiu uma máquina calculadora que somava, subtraía e multiplicava. Pascal desenvolveu e concluiu em 1642 uma máquina semelhante, mas com possibilidade de multiplicação diretamente. Com a régua de cálculo, além das quatro operações básicas, obtinha-se resoluções de funções de potências, exponenciais, logarítmicas, trigonométricas e outras. A calculadora eletrônica veio finalmente para obter-se cálculos mais rápidos e precisos. Para não irmos muito longe, hoje, ao se trabalhar com calculadoras programáveis ou microcomputadores, torna-se de fundamental importância conhecer as linguagens de programação e como se estruturam os programas através de seus algoritmos. Constata-se assim que, à medida que evoluem os "instrumentos de resolução matemática", paralelamente ou reciprocamente, evoluem as técnicas ou recursos matemáticos.

4.4.1.2 - PLURIDISCIPLINARIDADE COM ENFOQUE CTS (CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE)

Além da vinculação dos conteúdos ao tema central, todo conhecimento integrante da disciplina, buscou-se sua associação à evolução histórico-crítica, aos processos tecnológicos que pretende e visa empreender e, ao meio social que pode influenciar e repercutir.

Tal propósito se fundamentou no entendimento de pluridisciplinaridade, como sendo a

"justaposição de diversas disciplinas situadas geralmente no mesmo nível hierárquico e agrupadas de modo a fazer aparecer as relações existentes entre elas" (Japiassu, 1976:73).

Para essa conceituação, novamente recorremos ao mesmo autor, para anotar o sentido de **disciplina** como o mesmo de **ciência**. E, conseqüentemente, **disciplinaridade**

"... significa a exploração científica especializada de determinado domínio homogêneo de estudo, isto é, o conjunto sistemático e organizado de conhecimento que apresentam características próprias nos planos do ensino, da formação, dos métodos e das matérias; esta exploração consiste em fazer surgir novos conhecimentos que se substituem aos antigos" (Id, ibid, p.72).

Estes conteúdos são partes fundamentais de um conhecimento que foi e continua sendo construído e tem, portanto, caráter histórico. Sendo assim, na pluridisciplinaridade sob um enfoque do trinômio Ciência-Tecnologia-Sociedade, procuramos destacar:

a) A evolução dos dispositivos/equipamentos/aparelhos que possibilitem a resolu-

- ção automática de cálculos matemáticos (resgate da evolução dos componentes, circuitos e equipamentos ao longo da evolução tecnológica);
- b) A evolução do pensamento lógico-matemático e eletro-eletrônico, através de conceitos-chaves ou fundamentais;
- c) A relação entre o conhecimento científico, em especial o lógico-matemático e a evolução histórica social da população;
- d) O vislumbre de aplicações destes circuitos na futura profissão a ser exercida e suas possíveis implicações benéficas/maléficas à sociedade.

O foco CTS não se concentra exclusivamente no sentido de levar a informação dos conteúdos. Pretende-se avançar mais quando se percebe que

*"... nas sociedades tecnológicas, onde o **pensar** é algo que está ficando obsoleto ou no mínimo incômodo, na proporção em que crescem as ameaças ecológicas diminuem suas possibilidades racionais e, conseqüentemente, seu índice de conscientização. Sem dúvida, **conscientizar** é muito mais do que noticiar apenas o que interessa aos grupos que dominam os meios de comunicação. Conscientizar é motivar para atitudes práticas, fundamentadas em reflexão sincera sobre dados de informação honestamente divulgados" (Morais, 1977:121).*

4.4.2 - FLUXOGRAMAS

O fluxograma é, por excelência, um dos melhores mecanismos de representar graficamente a seqüência de uma operação, um procedimento, um programa.

Sendo assim, acreditamos que podemos melhor elaborar um roteiro de ações quando o sistematizamos através de um fluxograma.

Para a disciplina focalizada: Eletrônica Digital, estabelecemos dois fluxogramas para o desenvolvimento dos conteúdos curriculares, amparados nos critérios já expostos: um sob o enfoque de vinculação dos conteúdos a um tema central e outro acerca da pluridisciplinaridade sob o enfoque CTS (Ciência, Tecnolo-

gia e Sociedade). Estes fluxogramas seqüenciam conteúdos e/ou etapas tanto no sentido horizontal como vertical. Isto é, quando se estabelece uma seqüência para o desenvolvimento dos conteúdos curriculares no sentido horizontal, ao mesmo tempo, se coordena verticalmente e isoladamente a cada bloco curricular, inferências que retroagem e que avançam, possibilitando, tanto ao professor como ao aluno, análises mais abrangentes, mais fidedignas e mais realistas.

O bloco curricular não se apresenta isolado, estanque ou seqüenciado apenas horizontalmente. A também seqüenciação vertical possibilita a visão panorâmica do todo e, ao mesmo tempo, consegue particularizar e aprofundar as partes.

Por essa ótica, estes fluxogramas foram idealizados na intenção de melhor equacionar, aglutinar e desenvolver os conteúdos da disciplina. São eles:

- **Fluxograma enfocando as etapas que compõem o tema central**, articulados com os tópicos-conteúdos referentes à disciplina de Eletrônica Digital I;
- **Fluxograma de pluridisciplinaridade sob o enfoque CTS**, onde se articula os tópicos-conteúdos (Tecnologia) com abordagens históricas da produção e evolução dos mesmos (Ciência) e as respectivas implicações e/ou alterações para o meio social (Sociedade).

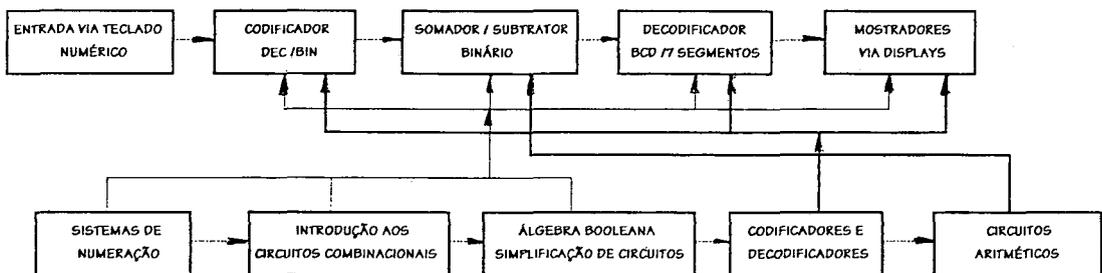
* As duas páginas seguintes apresentam as estruturas destes fluxogramas.

FLUXOGRAMA 1

FLUXOGRAMA VINCULADO A UM TEMA CENTRAL

CALCULADORA BÁSICA PARA SOMA E SUBTRAÇÃO

Temática central



Conteúdos curriculares

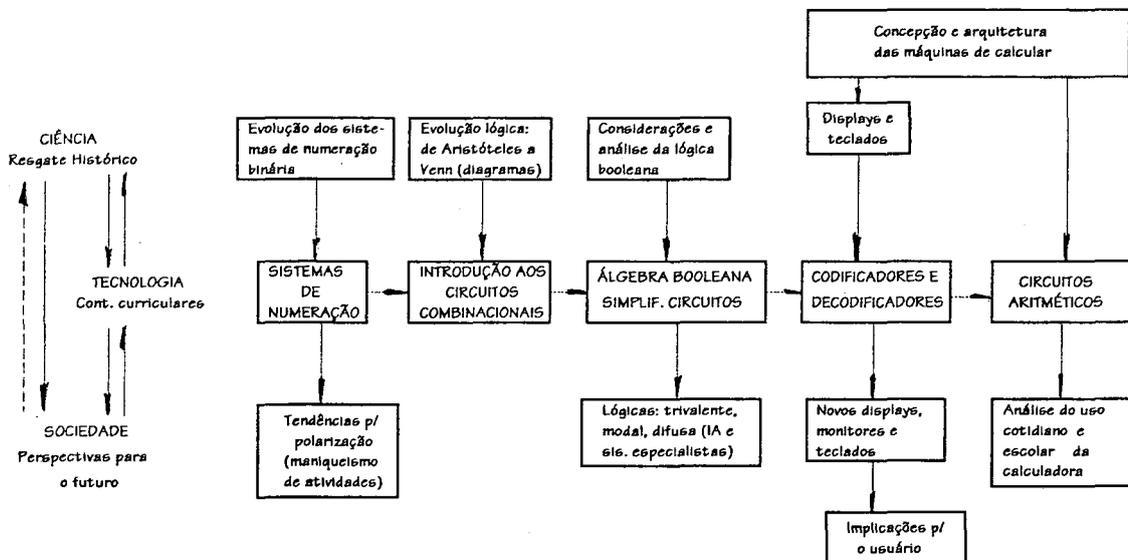
LEGENDA:

- aplicação imediata do conteúdo
- - - aplicação mediata do conteúdo
- · · interligação entre blocos sequenciais

FLUXOGRAMA 2

FLUXOGRAMA PLURIDISCIPLINAR SOB O ENFOQUE

CIÊNCIA - TECNOLOGIA - SOCIEDADE



4.4.3 - ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO

Escolhido o circuito digital em sua concepção e utilização, como gerador da temática central proposta, prosseguiu-se na elaboração dos procedimentos experimentais obedecendo aos critérios e fluxogramas estipulados, como é destacado a seguir:

- a) Concepção estrutural, através do fluxograma 1, dos vários circuitos eletrônicos digitais que compõem o aparelho eletrônico (temática central) a ser projetado tanto teórica como na prática do laboratório;
- b) Seqüenciação e interligação dos conteúdos curriculares da disciplina em análise com as etapas (circuitos) do equipamento proposto como referência central: uma calculadora básica para a simples operação de adição;
- c) Através do fluxograma 1, observa-se que os três primeiros capítulos iniciais da disciplina de Eletrônica Digital I encerram conteúdos básicos e esclarecedores para os dois últimos capítulos terminais e aplicativos. Portanto, o aluno se defrontará com conteúdos básicos e aplicativos, interconectados, onde pode vislumbrar e constatar, a cada etapa, suas concepções teóricas e conseqüente emprego prático.
- d) Escolha de duas unidades significativas, que pudessem destacar e realçar todas as características, objetivos e preocupações metodológicas de ensino-aprendizagem. Estas unidades testadas experimentalmente pelos alunos, auxiliados por um roteiro de procedimentos laboratoriais (apêndice 6), são:
 - decodificadores (experimento: código BCD8421 para display de 7 segmentos);
 - circuitos aritméticos (experimento: somador de 4 bits).
- e) Concepção estrutural, através do fluxograma 2, demonstrando o entrelaçamento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) como fator aglutinador passado, presente e futuro, evitando considerações circunspectas apenas ao tempo atual. Proporciona-se, assim, um estudo histórico e evolutivo dos conteúdos: a idéia geradora, o nascedouro, a criação. Posteriormente, verifica-se a tendência sempre crescente de melhorar, reformular, recriar, inovar, buscando uma otimização e um objetivo prá-

tico para o estudo em questão. "São as necessidades tecnológicas que dão vigor e direção à pesquisa científica fundamental" (Kneller, 1978:248). A aplicação tecnológica e industrial, normalmente é tratada como a consagração da formulação científica bem elaborada. O resultado da tecnologia apresentada e consumida tem, conseqüentemente, sua análise crítica social expressa pelos sociólogos de plantão.

f) Caracterização dos erros de concepção, análise, montagem e avaliação, como fator determinístico de retenção e evolução na aquisição de conhecimentos, de mudança conceitual, em particular na formulação e estruturação do raciocínio lógico do aluno.

"A finalidade de trabalhar no problema não é 'chegar a uma resposta correta', mas captar, com sensibilidade, o conflito entre diferentes modos de pensar, ou entre a análise intuitiva e a formal. Quando se reconhecer o conflito, o próximo passo é elaborá-lo até se sentir mais confortável"
(Papert, 1988:176).

g) Formulação da experimentação prática anterior à apresentação da teoria. Para se efetivar uma clara diferenciação entre teoria após prática e prática após teoria, procuramos implementar dois experimentos distintos e programados para estas duas situações também distintas.

4.5 - IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE EXPERIMENTAÇÃO

Estruturado teórica e praticamente e de posse dos recursos instrucionais desenvolvidos para o ambiente de experimentação determinado, tivemos como quarto e último estágio, a devida implementação e avaliação no Laboratório de Eletrônica Digital.

Escolheu-se, como já explicitado, duas unidades da disciplina de Eletrônica Digital I: Decodificadores e Circuitos Aritméticos. Porém, de imediato, se

antevê um problema: foi desenvolvido apenas um equipamento lógico-didático, podendo ser utilizado por uma equipe de dois ou três alunos, no máximo. Confeccionar outros equipamentos encareceria demasiadamente. De fato, fica inviabilizada a implementação do ambiente de experimentação extensivo a toda uma turma (normalmente 16 alunos) de laboratório. A alternativa que se configurou foi a utilização do equipamento e procedimentos metodológicos apenas por uma equipe de alunos, enquanto que o restante da classe continuaria utilizando os kits, manuais e receituários já existentes.

A dificuldade vista por um lado, pode ser uma solução bastante razoável, vista por outro. Senão vejamos: dessa forma, foi possível a observação *in loco*, numa única panorâmica, da equipe contemplada com o novo ambiente e das demais usando a estrutura já existente no laboratório.

Portanto, o tipo de observação foi Direta não-participante. O modelo de pesquisa foi Pré-Experimental, com dois grupos distintos, um vivenciando o ambiente desenvolvido e, outro ou outros, vivenciando o ambiente atual do laboratório. Posteriormente, são comutadas as posições destes grupos (Bonamigo, 1974:7).

Nesta fase, o conceito de ambiente de experimentação foi avaliado no sentido de verificar se o equipamento lógico-didático possibilita o potencial didático-pedagógico a que se propõe. A tentativa de obter-se respostas a partir de questionamentos, tais como: O equipamento demonstrou uma maior eficácia frente aos já existentes? Os procedimentos experimentais são adequados, possibilitando uma montagem e ensaio simples e, ao mesmo tempo, oportunizando um desenvolvimento da lógica e do raciocínio do aluno? A metodologia empregada não é demasiadamente paternalista, no sentido de mostrar "quase tudo pronto e pensado", ou evidencia uma preocupação nítida e crítica com o processo de assimilação de conhecimento do aluno? Uma avaliação criteriosa tentou buscar respostas a essas indagações, já antevendo que não se encontraria obviedades, mas sim idéias que melhor iluminem o difícil e penoso trabalho de educador.

4.5.1 - PARÂMETROS E ESTRATÉGIAS PARA VIVENCIAR/COMPARTILHAR AMBIENTES

O ambiente de experimentação procurou ser concebido e demonstrado, através de um equipamento lógico-didático e de uma metodologia apropriada, para propiciar o desenvolvimento de conteúdos integrantes da disciplina de Eletrônica Digital.

Para uma observação, análise comparativa e posterior avaliação, buscando o máximo possível de isenção e imparcialidade, adotou-se as seguintes condições e procedimentos laboratoriais:

- a) Quatro equipes de uma turma, anteriormente dividida em A e B, compostas de 2 (às vezes 3) alunos cada, realizaram os experimentos propostos, obedecendo a um rodízio ou troca de tarefas específicas. Buscou-se mostrar e vivenciar pelos alunos, diferentes situações de ambientação de aprendizagem. Tentou-se propor estes ambientes diferenciados, sem destacar, enaltecer ou evidenciar um ou outro. Ao aluno, e só a ele compete, qualificando-o para julgamentos posteriores, exprimir suas facilidades/dificuldades com os ambientes vivenciados.
- b) A formação das equipes para a realização dos experimentos obedeceu à seqüenciação a seguir estipulada:
 - b.1- Equipe 1 vivencia ambiente proposto, e equipe 2 vivencia ambiente atual existente. Nesse mesmo instante, equipes 3 e 4 realizam tarefas específicas da disciplina,¹ não interagindo ou interrompendo as equipes em observação;
 - b.2- Equipe 2 vivencia ambiente proposto, e equipe 1 vivencia ambiente atual existente. Ainda nesse instante, equipes 3 e 4 realizam tarefas específicas da disciplina, não interagindo ou interrompendo as equipes em observação;

¹ Em algumas ocasiões, tornou-se desnecessária a realização de tarefas específicas pelas equipes, paralelamente às experimentações, em razão da possibilidade de prática simultânea para todas as equipes.

b.3- Equipe 3 vivencia ambiente proposto, e equipe 4 vivencia ambiente atual existente. Nesse instante, equipes 1 e 2 realizam tarefas específicas da disciplina, não interagindo ou interrompendo as equipes em observação;

b.4- Equipe 4 vivencia ambiente proposto, e equipe 3 vivencia ambiente atual existente. Nesse momento, equipes 1 e 2 realizam tarefas específicas da disciplina, não interagindo ou interrompendo as equipes em observação.

4.5.2 - MODELOS DE AVALIAÇÃO

Buscou-se, nas observações, anotar e destacar diferenciações entre as equipes quanto à abordagem, manuseio e implementação das experiências. Comparou-se as duas configurações, procurando detectar qual resultou em melhor compreensão, visualização e assimilação da experiência realizada. Para este propósito, dois modelos de fichas de observação (ver apêndice 7) foram formulados e aplicados.

As observações simples do professor, mesmo sistematizadas, foram, todavia, insuficientes para uma análise criteriosa e imparcial. Fez-se necessário o acompanhamento das idéias dos alunos através do preenchimento de questionários (ver apêndice 8), onde se destacou indagações que possibilitem respostas mais precisas quanto às facilidades e dificuldades vivenciadas nas duas diferentes ambientações. Foram apresentados dois modelos de questionário. Um que tratava especificamente do ambiente proposto, vivenciado ao longo de todo o semestre, portanto, sob uma apreciação global. Outro que propunha avaliar e comparar a vivência nos dois ambientes, restritivamente à realização de um único experimento.

4.5.3 - MAPEAMENTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A seguir, procuramos detectar e analisar os dados percentuais de opções, conjugados às principais e mais freqüentes opiniões dos alunos, expostos nos questionários. Resumimos e agrupamos, mas conservando, em sua essência, o significado das opções e opiniões manifestadas.

Nesta atividade, inicialmente mapeamos as respostas dos questionários

acerca dos ambientes proposto e existente, tanto para os dois experimentos, como para a avaliação geral do ambiente proposto.

Posteriormente, mapeamos os dois modelos de fichas de observação. Por fim, efetuamos uma avaliação das atividades experimentais observadas.

4.5.3.1 - QUESTIONÁRIOS

Analisaremos inicialmente as respostas formuladas nos questionários acerca das experiências realizadas nos dois ambientes: existente e proposto. Nesta análise comparativa de ambientes, procuraremos estabelecer aspectos que mais se ressaltaram.

Os alunos que vivenciaram os dois experimentos em questão nos dois ambientes apresentaram, em sua maioria, as seguintes considerações, envolvendo opções e opiniões:

Quanto ao manuseio do equipamento, tanto num como em outro ambiente, não tem sido difícil o seu entendimento para poder realizar os experimentos com desenvoltura. Entretanto, salientam uma maior facilidade de manuseio no equipamento proposto, especificamente por não exigir a consulta em manuais de pinagem de circuitos integrados e, com isso, agilizando a realização da experiência.

Para a efetivação da experiência, esclarecem que o equipamento desenvolvido não necessita de tantos periféricos de apoio como o existente. Este último requer o auxílio de: mapa de pinagem da matriz de contatos do equipamento e manual de pinagem dos circuitos integrados. Porém, ambos necessitam de alicate de corte.

Na manutenção corretiva destes equipamentos, não houve algo de maior urgência ou emergência que dificultasse a continuidade da experiência. Contudo, esclarecem que o pouco uso do novo equipamento e, por extensão, seu pouco desgaste, torna desnecessária uma manutenção até o momento.

Na operação de interligação dos componentes, uma nítida diferenciação a favor do equipamento proposto foi evidenciada, especialmente pelo motivo de este apresentar um encartelado de pinagens de circuitos integrados em seu painel

frontal e de não necessitar de mapa de matriz de contatos.

Quanto ao grau de efetivação e satisfação na realização das experiências, os alunos apenas destacaram, através das opções, que têm conseguido assegurar o seu produto ou resultado final, indiferente e independente do tipo de equipamento utilizado.

O procedimento experimental adotado em laboratório tem possibilitado, nos dois ambientes, maior clareza, objetividade e desembaraço nas montagens. Alguns alunos opinaram que o equipamento do ambiente proposto tem oportunizado maior clareza e facilidade.

Com relação aos erros cometidos durante a realização das experiências, em ambos os ambientes, foram considerados como ocasionados apenas por desatenção e/ou pelo estado deficitário da matriz de contatos e componentes eletrônicos.

Durante uma montagem, a constatação de um erro tem possibilitado uma maior compreensão do circuito, tanto num como noutra ambiente. Os alunos atentam que, quando se monta algo errado, é conseqüência do não completo entendimento e/ou desatenção do que se está executando. Dessa forma, o erro possibilita uma necessidade de revisão e, por conseqüência, melhor assimilação da montagem. Além disso, oportuniza outras abordagens na montagem, evidenciando alguns efeitos que também são interessantes a seu conhecimento.

Por último, os alunos expressaram que o número de componentes (dois) na equipe é considerado ideal. Para a realização dos experimentos com número maior (três, por exemplo), observam que um deles estará prejudicado. Complementam dizendo que somente através da prática é que se possibilita ao aluno a compreensão da montagem do circuito.

Interpretaremos, agora, as opções e opiniões dos alunos acerca do ambiente de experimentação proposto, em sua abrangência ao longo de todo o semestre curricular.

Quanto à metodologia formulada e desenvolvida, a maioria dos alunos avaliou que tem possibilitado a visualização e interpretação da sempre constante evolução do conhecimento científico e tecnológico, facilitando o entendimento dos conteúdos da disciplina. Além disso, esta metodologia possibilitou o vislum-

bre das aplicações e implicações das experimentações na futura profissão a ser exercida.

A maioria dos alunos respondeu que conseguiu interligar os conteúdos, associando-os ao tema central. Alguns tiveram dúvidas em determinados momentos, mas que foram sanadas no decorrer das aulas e das experimentações. Ainda responderam que a metodologia empregada pelo professor facilitou o desenvolvimento de suas potencialidades.

Os alunos foram unânimes em considerar a disciplina de Eletrônica Digital de considerável utilidade para o seu desempenho profissional.

O número e a característica dos experimentos realizados foram avaliados como satisfatórios para a completa compreensão dos tópicos abordados. Complementam dizendo que não houve algum assunto em destaque sem sua devida abordagem, apesar da insatisfação expressada, por boa parte dos alunos, em desejar ir mais além do que foi estipulado para a disciplina.

O programa curricular desenvolvido pelo professor correspondeu e contribuiu decididamente para a aprendizagem da maioria dos alunos. Também expressaram unanimemente, de forma optativa, que os conteúdos teóricos e respectivas experimentações demonstraram encadeamento e continuidade.

A realização do experimento antes da abordagem teórica foi expressa pela maioria dos alunos como edificante para a compreensão do conteúdo programático. Acham até que deveria ser efetivado durante mais vezes, pois descobre-se pela prática as questões teóricas.

4.5.3.2 - FICHAS DE OBSERVAÇÃO

Comparando ambientes existente e proposto, para as atividades experimentais propostas: decodificador BCD para display de 7 segmentos e somador de 4 bits, podemos evidenciar as seguintes observações:

a) Quanto à seqüência, entendimento e resolução das atividades experimentais observadas, nos dois ambientes, as equipes conseguiram empreender com desenvoltura. Para o experimento 1 (decodificador BCD), constatou-se como aspecto

positivo ao ambiente proposto: maior número de equipes que conseguiram efetivar o funcionamento do circuito em sua primeira abordagem e, com isso, maior tempo disponível para simular, coletar, organizar e interpretar os resultados do experimento. Já para o experimento 2 (somador de 4 bits), não houve nenhuma constatação diferenciada passível de destaque ou comentário.

b) Com relação às outras observações independentes, podemos destacar como performance positiva ao ambiente proposto: maior interação entre componentes da equipe e a não necessidade de consulta em bibliografia complementar para efetivar o experimento e, assim, tendo como consequência, uma montagem mais rápida.

c) Tanto num como noutro ambiente, percebeu-se algumas atividades não previstas e que contribuíram para um melhor desempenho dos alunos: organização, consciência e entusiasmo na realização do experimento; trabalho cooperativo e entrosado, com boas discussões visando melhor apreensão e compreensão; calma, concentração, persistência e desembaraço quando na ocorrência e tentativa de correção de problemas.

d) O mesmo experimento realizado inicialmente, por exemplo, no ambiente existente, constata-se, como consequência, uma maior facilidade de entendimento e montagem, quando executado no ambiente proposto. Invertendo-se as situações, esta observação mantém a sua validade.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES

A efetivação de algo que nos envolve, consumindo tempo e energia, como esta Dissertação, provoca instantaneamente uma atitude de euforia e motivação para novos embates.

A dificuldade na realização e na possibilidade de conseguir algum sucesso que porventura nos auxilie na prática pedagógica cotidianamente vivenciada, já se configura como uma virtual vitória.

Sabíamos já de antemão que muitas dificuldades encontraríamos, singularmente, pelo motivo de nossa formação, tanto em nível secundário quanto superior, ter-se consolidado na área tecnológica. Área, por sinal, que educadores e teóricos de concepções pedagógicas criticam, muitas vezes, com fortes argumentos.

Logicamente para o momento, a atitude não poderia ser a de contra-argumentar. Necessitava-se, e com urgência, o mínimo de conhecimento, tanto da conceituação como das teorias básicas, que estruturam e fundamentam o processo de ensino-aprendizagem.

Sendo assim, a aquisição de novos conhecimentos foi promovida com disciplina e perseverança, mesmo sem saber se conseguiríamos tempo para a maturação. Não sabíamos a resposta, assim como também não tínhamos o entendi-

mento suficiente acerca, por exemplo, do mecanismo de assimilação-acomodação proposto por Piaget. A leitura dos livros e a compreensão e solidariedade dos companheiros tornou-se o apoio para compensar essas agruras e a forma mais condizente para atender ao academicismo científico e educacional.

O desafio que protagonizou nosso trabalho foi desencadeado ao se formular: como aliar e empreender uma pesquisa na área educacional, quando nossa formação é eminentemente técnica? Como atuar em áreas tão controversas e atendê-las a contento e ao mesmo tempo?

De início, foi percebido uma certa conotação pejorativa e preconceituosa, de forma sutil e velada, por algumas pessoas da área técnica que questionavam o motivo de nossa investida numa área tão distinta daquela em que vínhamos atuando.

Por outro lado, também se percebeu em pessoas da área pedagógica, uma atitude de descrença quanto à possibilidade de se conseguir desenvolver um trabalho, que possibilitasse alguma reestruturação educacional eficaz e efetiva na área técnica.

Outras dificuldades diversas foram encontradas, estabelecendo e provocando desafios, motivando muitas vezes (esmorecendo em algumas) para a constante criticidade, dinamismo e criatividade, na busca resolutiva de alternativas adequadas e satisfatórias.

Vários dos problemas enfrentados foram vinculados ao motivo da inexistência de uma política educacional voltada para pesquisas na ETF-SC. Esta situação é evidenciada de forma mais aparente em algumas oportunidades, tais como:

- a) A liberação de carga horária do professor para a realização de mestrado é parcial;
- b) Não existem convênios permanentes com instituições de fomento financeiro à pesquisa.

Como conseqüência indesejável ao trabalho empreendido, podemos detectar e destacar:

- a) Um período de tempo maior para a realização e consecução da pesquisa;
- b) Alguns transtornos no desenvolvimento do equipamento proposto, como: ne-

mento desenvolvido, aparência irregular do protótipo e repetidas trocas de alunos-bolsistas.

Mas, a deficiência na área a qual nos propunhamos "aperfeiçoar" ou "aprofundar", foi de extrema importância para uma abertura, para um campo de visão muito mais largo, que envolveu e impulsionou, tanto na atuação profissional quanto pessoal. Esta constatação e sua conseqüente compreensão, determinaram a necessidade de abrangência na abordagem de assimilação de conhecimentos. Além disso, sempre exigindo o entrelaçamento de conhecimentos distintos, pluridisciplinares. Possibilitando ainda, melhores formulações nas aplicações destas áreas envolvidas e, acima de tudo, possibilitando estimar as possíveis implicações e efeitos num determinado meio.

Detemos hoje a convicção de que a formação do educador só se efetivará com mais plenitude, quando o mesmo abraçar e encampar várias áreas do conhecimento. O atual estágio mundial de evolução social, científica e tecnológica, independente de país ou região, exige de todo aquele que pretende ajustar-se ou interagir, ou simplesmente, viver neste meio, pelo menos a consciente noção e interconexão das mais variadas situações e condições a que pode estar submetido e envolvido.

De fato, emerge a necessária e urgente visão holística (apesar do desgaste do termo), não só para a compreensão das coisas que envolve o ser humano e do mundo em que vive mas, sobretudo, para poder mediar, propor e inferir idéias e projetos que venham auxiliar na evolução da sociedade.

Observa-se com freqüência, em todas as áreas, a maneira como os profissionais têm procedido na sua especialização e no aprofundamento de seu saber. Submetem-se a rigorosos e dedicados estudos. Louva-se aqui essa dedicação, pois seria impossível a elaboração de novas teorias sem o comprometimento de tais pesquisadores.

Mesmo valorizando a pesquisa básica pode-se denotar, com bastante freqüência, a investigação, por esses abnegados, em áreas extremamente restritivas, num afunilamento de determinado assunto supostamente "neutro". Dir-se-ia até, incapaz de possibilitar ou vislumbrar alguma aplicação para favorecer a imensa população que contribuiu, via impostos, para tal pesquisa. "As diversas ciências

sa população que contribuiu, via impostos, para tal pesquisa. "As diversas ciências se especializaram rapidamente. Sem dúvida, sob numerosos pontos de vista, certa especialização é útil e necessária" (Japiassu, 1976:168 e 169). Contudo, não houve a preocupação numa essencial linha de orientação comum para a organização e a sistematização dos mais variados conhecimentos pesquisados.

"As ciências do homem estão longe de se apresentarem como um conjunto coerente do saber. Ao contrário, por seus métodos, seus princípios, seus postulados e pelos conceitos a que fazem apelo, diferem uma das outras de vários modos" (Id, ibid, p.168).

O meio educacional também não tem se isentado destas considerações. Inúmeros trabalhos são desenvolvidos por este viés. O excessivo aprofundamento estabelece a convergência do trabalho, focando e ampliando apenas uma restrita área do conhecimento. Por outro lado, numa proposta mais sábia, adequada e condizente ao meio atual, a divergência do trabalho, alargando, englobando e visualizando várias áreas do conhecimento, parece conseguir atender, explicar e interrelacionar as múltiplas teorias da natureza e da sociedade.

"... se as ciências têm algo em comum, ou se podem ser levadas a cooperações recíprocas, conviria que houvesse pelo menos uma comunicação efetiva entre os diversos setores, para que se pudesse marchar em direção a um conhecimento do humano como tal" (Id, Ibid, p.169).

Face a essas considerações e contextualizando ao meio sob investigação, podemos considerar que o novo ambiente de experimentação proposto, avaliado pelos alunos, reúne, em seu conjunto, melhores condições didáticas e técnicas para a realização de experimentos com Eletrônica Digital do que o ambiente existente. Destacam, estes alunos, como aspectos positivos para o ambiente laboratorial proposto: facilidade de manuseio do equipamento, não necessidade de

equipamentos de apoio e de manuais de pinagem de circuitos integrados.

Tais aspectos, com relação ao equipamento lógico-didático desenvolvido, foram evidenciados por englobar características especiais, tais como:

- a) O seu porte robusto, simplificado, ergonômico e de concepção didática, proporciona um aprendizado rápido de suas funções e operações e, por consequência, facilita a execução dos experimentos;
- b) O seu custo financeiro (incluindo material e mão-de-obra) possui valor muito inferior à outros similares existentes;
- c) O equipamento, em função de seu projeto de característica simples e econômica, proporciona facilidade de fabricação seriada.

Ainda avaliaram os alunos que o ambiente de experimentação proposto, tanto na sua abordagem metodológica teórica como prática, apresenta condições plenamente adequadas e condizentes com seus níveis e possíveis resultados de aprendizagem.

O foco no qual se centrou esta pesquisa, desde a sua primeira e incipiente idéia até as suas finais conclusões, visou agrupar vários campos do conhecimento, tentando a sua difícil mas possível interligação.

Na tentativa de equacionar esta preocupação, buscávamos algo que pudesse conjugar, ligar, encontrar um elo entre o conhecimento apreendido nos cursos de formação tecnológica e o atual Curso de Mestrado em Educação em andamento. Era uma possibilidade de conceber algo novo, uma ponte entre áreas tão distintas e, que dariam a condição de sustentação na continuidade e na evolução da nossa prática pedagógica.

Inicialmente a lógica formal demonstrou sua utilidade para o entendimento de enunciados e suas evoluções. Na etapa posterior, a lógica binária vinculou de forma irrepreensível a ligação entre as áreas já mencionadas. Esta interface foi determinante e estruturadora da linha de investigação assumida.

A empreitada programada para a viabilização deste intento não foi nada fácil e acessível, mas acreditamos que sua consecução foi possível de ser atingida. Não em sua plenitude, pois nada é possível em sua totalidade, independente de considerações e/ou análises balisadas no seu intento proposto e desejado. Interessamos sim, a intenção de se apresentar a proposta, a tentativa, a realização e os

resultados, considerados como positivos, como indicam os modelos de avaliação sugeridos e implementados.

A pesquisa, por suas características técnicas e pedagógicas, foi empreendida em muitas áreas do conhecimento. Por envolver várias áreas, estas necessitavam do entrelaçamento, sem o qual desqualificaria o trabalho formulado. Por este viés, a atuação foi em busca do enfoque pluridisciplinar dos conteúdos.

O trabalho concluído promove e incentiva algumas questões relevantes. Os educadores poderiam procurar, apesar das inúmeras e constantes dificuldades:

a) interagir e entender a educação sob duas questões, importantes e inseparáveis: a questão político-econômica-social numa macroesfera nacional e a questão da melhoria do ensino numa microesfera escolar;

b) atuar, tanto na sua área de formação, como também em outras áreas que são afins, ocasionando uma contribuição para o entendimento e a formação plural do técnico e do cidadão;

c) atuar na busca da interdisciplinaridade, isto é, entrelaçar e envolver conhecimentos da área de sua formação com outros conhecimentos, que possibilitem a visualização e a contextualização de um mundo e uma sociedade em constantes modificações, sob múltiplas facetas, sob freqüentes interligações e interrelações, enfim, num dinamismo alucinado e efervescente.

O futuro reserva, talvez, se houver incentivo e interesse político-educacional por parte da Escola à qual nos vinculamos, em apostar e possibilitar, na disseminação, sensibilização e correta aplicação da conceituação teórica e prática deste inovador ambiente de experimentação em lógica binária, auxiliando não apenas na disciplina de Eletrônica Digital, mas estimulando outras disciplinas constantes do currículo do Curso. Em estabelecer e iniciar novas metodologias, novas abordagens e novas configurações, que venham a promover um renovado, agradável e atual ensino para nossos educandos. A aposta está concretizada. Resta saber quem se aventura e se propõe a conhecer, avaliar, aperfeiçoar, incentivar e conduzir a sua aplicação em outros contextos e cenários.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, Fernando José de. Educação e informática: os computadores na escola. São Paulo: Cortez, 1987.

ALMEIDA, Maria Christina de. O lugar do computador na educação. São Paulo: Revista Acesso, 1992.

ANGOTTI, José André Peres. Fragmentos e Totalidades no Conhecimento Científico e no Ensino de Ciências. São Paulo: USP, 1991. (Tese de Doutorado).

APPLE, Michael. Ideologia e Currículo. São Paulo: Brasiliense, 1982.

_____. O computador na educação: parte da solução ou parte do problema? São Paulo: Educação e Sociedade, 1986.

ARISTÓTELES. Metafísica. Porto Alegre: Globo, 1969.

BARTEE, Thomas C. Fundamentos de Computadores Digitais. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1977.

BASTOS, Fábio da Purificação de. "Alfabetização técnica" na disciplina de Física: uma experiência dialógica. Florianópolis: UFSC, 1990. (Dissertação de Mestrado).

- BONAMIGO, Elza M.R. et alii. Modelos de Pesquisa. Porto Alegre: UFRGS, 1974. (mimeo).
- CARRAHER, David W. O papel do computador na aprendizagem. São Paulo: Revista Acesso, 1992.
- COPI, Irving M. Introdução à Lógica. São Paulo: Mestre Jou, 1978. CREMA, Maria Celina da Silva. Modalidades de Pesquisa Participante. Florianópolis: UFSC, 1991. (mimeo).
- DELIZOICOV, D. & ANGOTTI, J. A. Física. São Paulo: Cortez, 1991.
- ECO, Umberto. Como se faz uma tese. São Paulo: Editora Perspectiva, 1977.
- FOSTER, T.D. Manual de Ortodontia. São Paulo: Livraria Santos Editora, 1993.
- GIROUX, Henry. Teoria crítica e resistência em educação. Petrópolis: Vozes, 1986.
- GONÇALVES, Carlos Luis et alii. Reverendo o ensino de 2o. grau: propondo a formação de professores. São Paulo: Cortez, 1990.
- HEGENBERG, Leônidas. Lógica - O cálculo sentencial. São Paulo: Herder (USP), 1972.
- IDOETA, Ivan V. & CAPUANO, Francisco G. Elementos de Eletrônica Digital. São Paulo: Érica, 1989.
- JAPIASSU, Hilton. Interdisciplinaridade e Patologia do Saber. Rio de Janeiro: Imago, 1976.
- KNELLER, G. F. A Ciência como atividade humana. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.

KUENZER, Acácia. Ensino de 2o. Grau - O Trabalho como Princípio Educativo.

São Paulo: Cortez Editora, 1988.

LA TAILLE, Yves de. Ensaio sobre o lugar do computador na educação. São

Paulo: Iglis, 1990.

LAKATOS, Eva Maria e MARCONI, Marina de Andrade. Metodologia do Tra-

balho Científico. São Paulo: Atlas, 1992.

LEFEBVRE, Henri. Lógica formal - lógica dialética. São Paulo: Civilização Bra-

sileira, 1975.

LÓPEZ, Jaime S. Ciencia y Tecnologia en Educación. Santiago do Chile: Revista

de Tecnologia Educativa, 1983.

LUCKESI, Cipriano. Tecnologia educacional x Tecnologia instrucional. Rio de

Janeiro: Tecnologia Educacional, 1980.

_____. Prática docente e avaliação. Rio de Janeiro: ABT, 1990.

MACHADO, Lucília R. de Souza. Educação e Divisão Social do Trabalho. São

Paulo: Cortez Editora, 1989.

_____. Politecnia, escola unitária e trabalho. São Paulo: Cortez

Editora, 1989.

MARQUES, Juraci Cunegatto. Paradigma para análise do ensino: um estudo dos

componentes fundamentais de programas em educação. Porto Alegre: Globo,

1977.

MASON, Frederick. A lógica difusa controla muito bem a usinagem por eletroe-

rosão. São Paulo: Revista Máquinas e Metais, 1993.

- MORAIS, J. F. Regis de. Ciência e Tecnologia - Introdução Metodológica e Crítica. São Paulo: Cortez & Moraes, 1977.
- MOREIRA, Mércia. Teoria cognitiva de Jean Piaget. Belo Horizonte: UFMG, 1989. (mimeo).
- PAPERT, Seymour. LOGO: Computadores e Educação. São Paulo: Brasiliense, 1985.
- PENROSE, Roger. A Mente Nova do Rei. Rio de Janeiro: Campus, 1991. PIAGET, Jean. Epistemologia Genética. São Paulo: Martins Fontes, 1990.
- QUINE, W. V. Filosofia da Lógica. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1972.
- REICH, Wilhelm. A Revolução Sexual. São Paulo: Círculo do Livro, 1991.
- RUIZ, João Álvaro. Metodologia científica: guia para eficiência nos estudos. São Paulo: Atlas, 1977.
- SANGIORGI, Osvaldo. Comunicação e Boole. São Paulo: Ciência e Cultura, 1979.
- SAVIANI, Dermeval. Escola e Democracia. São Paulo: Cortez, 1988.
- SCHAFF, Adam. A Sociedade Informática. São Paulo: Editora Brasiliense, 1991.
- SOUZA, Vera Lúcia Silva de. Contextualização do ensino técnico industrial: Perspectivas e avanços no currículo. Florianópolis: UDESC, 1991. (monografia de especialização).
- SZCZUREK, Mario. Tecnologia Educativa y Tecnologia Instruccional. Santiago do Chile: Revista de Tecnologia Educativa, 1978.

- THIOLLENT, Michel. Metodologia da pesquisa-ação. São Paulo: Cortez, 1992.
- TRIVIÑOS, Augusto N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais - A pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.
- VEIGA, Ilma Passos Alencastro (org.). Técnicas de ensino: por que não?. Campinas: Papirus, 1991.
- VINHA, Maria Lúcia. A trajetória de avaliação de alguns softwares didáticos. Florianópolis: UFSC, 1992. (Dissertação de Mestrado).
- WEIL, Pierre et alii. Rumo à nova transdisciplinaridade. São Paulo: Summus, 1993.
- WIENER, Norbert. Cibernética e Sociedade. São Paulo: Cultrix, 1968.

APÊNDICES

SUMÁRIO

	PÁGINA
01. Questionário de sondagem para alunos do Curso Técnico de Eletrônica com mapeamento dos resultados e resumo das opiniões	84
02. Questionário de sondagem para professores do Curso Técnico de Eletrônica.....	96
03. Desenho em perspectiva do equipamento lógico-didático.....	105
04. Desenho dos diagramas eletrônicos do equipamento.....	107
05. Desenho das placas de circuito impresso do equipamento.....	115
06. Roteiros experimentais: decodificadores e circuitos aritméticos.....	126
07. Quadros de resultados comparativos entre ambientes, obtidos através das fichas de observação.....	129
08. Questionários de avaliação dos ambientes existente e proposto com mapeamento dos resultados.....	134

ANEXOS

SUMÁRIO

	PÁGINA
01. Grades curriculares do Curso Técnico de Eletrônica.....	144
02. Conteúdos curriculares de Eletrônica Digital.....	148

APÊNDICE 01

**QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO PARA ALUNOS DO CURSO TÉCNICO
DE ELETRÔNICA, COM MAPEAMENTO DOS RESULTADOS E RESUMO**

QUESTIONÁRIO DE SONDAAGEM PARA ALUNOS DO CURSO TÉCNICO DE ELETRÔNICA COM MAPEAMENTO DOS RESULTADOS E RESUMO DAS OPINIÕES

A - INFORMAÇÕES GERAIS

Na tentativa de contribuir para o enriquecimento da estrutura do Curso Técnico de Eletrônica, mais especificamente ao ambiente laboratorial de Eletrônica Digital, estamos apresentando o presente questionário. Este busca colher informações mais precisas e criteriosas acerca de tal ambiente.

Em função das respostas obtidas, nosso objetivo já pode ser vislumbrado: será conceber, desenvolver, implementar e avaliar um novo ambiente de experimentação, que não incorra nos atuais problemas existentes e que possibilite um agradável e empreendedor local de experimentos lógicos binários.

Fomos participantes, durante o ano passado, 1990, do I Seminário de Avaliação do Curso Técnico de Eletrônica. Deste evento, várias opiniões, sugestões e críticas, de vocês alunos, foram coletadas e, dentro das possibilidades, agilizadas e implementadas pela Coordenação do Curso e seus professores. Pretendemos utilizar estas respostas do Seminário como ponto de partida. Buscaremos agora respostas mais específicas, concretas, não tão abrangentes, generalizantes e dispersas como as já obtidas.

Considerando sua passagem pela Escola até o presente momento, emita sua opinião com senso de justiça, autenticidade e sinceridade. Dependerá de sua contribuição, em boa parte, as características de um novo ambiente de aprendizagem, que será utilizado tanto por você como pelos futuros alunos deste Curso Técnico.

B - ORIENTAÇÕES

1. O questionário está dividido em três grandes tópicos:

- Aspectos gerais do Curso e da disciplina Eletrônica Digital;
- Metodologia empregada pelo professor;
- Características físicas do ambiente laboratorial.

2. Procure proceder da seguinte maneira: inicialmente assinale a sua melhor opção ao questionamento. Posteriormente, avalie o grau de importância, de satisfação, de frequência, de correspondência ou de contribuição do assunto questionado, numa escala de 0 (zero) a 5 (cinco), através da seguinte pontuação: *não*(0 ou 1), *em parte*(2 ou 3), *sim*(4 ou 5). Por último, se julgar necessário e procedente, emita sua opinião através de críticas, esclarecimentos ou sugestões.

3. Sua identificação no questionário é opcional.

Nota: Este trabalho faz parte da Dissertação de Mestrado em Educação na UFSC, do Professor Wilson B. Zapelini, orientado pelo Dr. José André Peres Angotti.

1. ASPECTOS GERAIS DO CURSO E DA DISCIPLINA DE ELETRÔNICA DIGITAL

1.1 - Você selecionou o Curso Técnico de Eletrônica como uma possibilidade de carreira realmente desejada?

(98)sim (04)não (29)em parte

Grau: _____

Opiniões:

- Ótima opção em função da melhor organização do Curso;
- Porque já trabalha na área;
- Imaginava que teria mais habilidades na prática;
- Mudou de opinião, para melhor, depois que começou a estagiar;
- Depois que começou a cursar, sua opinião mudou para pior;
- Não tinha esclarecimentos sobre o campo de trabalho e as dificuldades do Curso;
- Pelo desejo de conhecer Eletrônica e aplicar em sua vida diária;
- Leva vantagens que outros cursos ou atividades não possuem, pois não há limites, existe sempre algo novo;
- Se enquadra em sua aptidão e por ser uma porta nova em termos de trabalho, possibilitando grandes perspectivas de emprego;
- As palestras de informação sobre os cursos na segunda fase não foram esclarecedoras sobre a real situação do Curso;
- Acredita que o futuro será dominado pela Eletrônica;
- Estava mais interessado em Microprocessadores e Microcomputadores.

1.2 - Está satisfeito com a opção adotada?

(69)sim (09) não (52)em parte (01)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- Esperava melhor, o Curso deixa a desejar e não se satisfaz;
- Satisfeito, pois "vê" esforço dos professores pela superação dos problemas;
- Não se sente feliz com a opção feita, está um pouco desanimado;
- Alguns professores dizem que os alunos foram tratados como "cobaias";
- Deveria haver mais aulas práticas;
- O Curso tem pouca duração para muito conteúdo;
- Deveria dar uma visão mais real da atividade prática;
- Satisfeito, pois já está colhendo os frutos da aprendizagem;
- Se se "prendesse" aos conteúdos do Curso estaria insatisfeito. Mas com a consulta extra à livros, revistas e realizando experiências, tem tido mais satisfação com a opção adotada.

1.3 - Você está satisfeito com o ensino, de modo geral, oferecido pelo Curso Técnico de Eletrônica da ETF-SC?

(25)sim (15)não (90)em parte (01)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- Falta mais aulas práticas, carga teórica satura os alunos;

- Poderia ser melhor quanto à recursos, falta material;
- Melhorou com o acréscimo do espaço físico;
- Algumas disciplinas são agradáveis, mas outras são cansativas e monótonas;
- Falta bibliografia em algumas disciplinas;
- Professores deveriam ser melhor preparados, mais dinâmicos, têm dificuldade de expressão;
- Existem disciplinas que deveriam ser excluídas do curso;
- Comparado com outras escolas, o nível é bom;
- Foi acumulado muitas disciplinas técnicas no final do curso;
- Professores são bons, mas curso está defasado, desatualizado;
- Nova grade curricular é mais adequada.

1.4 - Além de seus estudos básicos necessários, você tem procurado manifestar atitude de colaboração, no sentido de melhorar a qualidade do ensino oferecido?

(41)sim (24)não (63)em parte (03)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- Tem vontade de colaborar, mas tempo exíguo não permite;
- Emite opiniões sobre assuntos de determinadas disciplinas para alguns professores;
- Através da efetiva participação no Seminário de Avaliação do Curso;
- Respondendo alguns questionários em final de semestre;
- Professores não dão oportunidade para melhorarem a qualidade de ensino, são fechados à críticas;
- Participa de atividades no Gremio Estudantil;
- Dá sugestões e idéias que melhorem e deixem organizado o curso;
- Através de estudos paralelos e pesquisas em revistas ou similares;
- Incentiva os professores a abordarem novos assuntos, a dar aplicação prática aos conteúdos;
- Participa com menos conversa e mais atenção em sala de aula.

1.5 - Existe bom relacionamento entre você e seus professores? Justifique.

(94)sim (01)não (36)em parte

Grau: _____

Opiniões:

- Existe alguns que não possibilitam maior aproximação, um melhor relacionamento, pois colocam os alunos em situações indelicadas e provocativas, são inflexíveis, não aceitam opiniões de alunos;
- Deveria haver mais contato humano, independente de posição intelectual;
- Alguns professores deixam transparecer suas mágoas;
- Alguns não possuem boa didática, acham que reprovando conseguem provar o contrário. Aprovar ou reprovar é mais importante para eles do que ensinar;
- A liberdade em sala de aula é fundamental, devendo o professor, impor seu limite;
- Professores sempre estão dispostos a receber os alunos, existe diálogo mesmo fora da sala de aula, e até brincadeiras;

- São atenciosos e abertos para novas idéias;
- São mais jovens que professores de outros cursos, o que possibilita maior entrosamento;
- Alguns se mostram desinteressados;
- Alguns tratam os alunos com aspereza, provocando distanciamento e possibilitando a ocorrência de muitas dúvidas sobre a disciplina, pois têm medo de questionar;
- Fundamental e indispensável o bom relacionamento, pois só assim é possível adquirir conhecimentos e sanar dúvidas.

1.6 - Existe bom relacionamento entre você e seus colegas? Justifique.

(118)sim (--)não (13)em parte

Grau: _____

Opiniões:

- Todos têm um objetivo comum: vencer, daí sua união;
- São unidos e formam uma família, um ajuda o outro;
- A turma é unida, pois estão juntos desde o início do curso;
- Não é o que deveria ser, pois existem "grupinhos";
- São uma grande e barulhenta família;
- Falta mais união e solidariedade. Existe gozação quando alguém não consegue um bom resultado ou desempenho;
- Existe um pouco de preconceito em relação às garotas.

1.7 - Você avalia que o programa desenvolvido no Curso será útil para sua vida pessoal e profissional?

(81)sim (01)não (49)em parte

Grau: _____

Opiniões:

- O curso oferece bastante informações;
- Faltam aulas práticas;
- Para a vida pessoal, talvez sim. Mas para a vida profissional, a maioria dos conteúdos não são utilizados, deveriam ser mais direcionados para o mercado de trabalho;
- Certas disciplinas possuem conteúdos e "cobranças" demasiado detalhistas e específicas que jamais serão aplicados na prática;
- Qualifica o aluno para o ingresso no mercado de trabalho;
- Todos os estudos feitos numa área, qualquer que seja, são importantes para um desempenho futuro;
- Disciplinas como Telefonia Básica e Medidas Eletrônicas estão com muito conteúdo e pouca aplicação prática.

1.8 - Você considera que o aprendizado desta disciplina (Eletrônica Digital) será útil no seu desempenho profissional?

(98)sim (01)não (29)em parte (03)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- Disciplina interessante e de fácil aprendizado;
- Está presente nos equipamentos atuais;
- A disciplina é gratificante, pois "trabalha" muito com o raciocínio;

- É fundamental para entender microprocessadores;
- Esclarece o imenso campo da Eletrônica Digital para quem deseja seguir na área.

1.9 - O número e a característica das experiências práticas realizadas de laboratório são suficientes para o entendimento dos tópicos abordados?

(20)sim (59)não (45)em parte (07)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- Os alunos deveriam ter mais contato com montagens. Quando têm experiências, elas são poucas e não se consegue concluí-las por falta de tempo;
- As experiências deveriam estar mais relacionadas com o mercado de trabalho, simulando montagens ou situações específicas do cotidiano;
- Equipamentos de laboratório são poucos e precários;
- Faltam horários extras disponíveis em laboratório para repetir experimentos, solidificando conteúdos;
- Ficam a desejar as características de desenvolvimento da experiência;
- Deveria haver elos que ajudassem a entender melhor a disciplina;
- Cada kit didático deveria ser usado por um único aluno. Normalmente os alunos que têm maior compreensão dos equipamentos são os que executam as montagens, anulando a possibilidade de outros aprenderem.

1.10 - Houve algum assunto de merecida importância que não foi abordado na disciplina e que deveria ser?

(24)sim (71)não (18)em parte (18)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- Famílias lógicas: TTL, CMOS;
- Manuseio adequado dos manuais Data Books;
- Não tem muito conhecimento para opinar nessa questão;
- Os vários tipos de encapsulamento de circuitos integrados;
- Os conteúdos são adequados e completos;
- Muitas vezes, alguns professores querem que os alunos se "virem" sozinhos, com um comportamento idêntico ao deles, isto é, "fissurados" que vivem para a Eletrônica.

2. METODOLOGIA EMPREGADA PELO PROFESSOR

2.1 - A maneira como o professor desenvolve o programa curricular corresponde ao que você espera, contribuindo decididamente para a sua aprendizagem?

(57)sim (11)não (57)em parte (06)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- Faltam aulas práticas;
- Desempenho do professor demonstrando firmeza e controle nas explicações, proporciona

um bom aproveitamento pelos alunos;

- O professor "prende-se" ao livro;
- Professores conhecem os conteúdos, mas não possuem didática. Devem ser mais dinâmicos e de fácil comunicação;
- Apesar dos professores serem engenheiros por formação, dão o máximo de si para desenvolver satisfatoriamente os conteúdos;
- Varia de professor para professor, sendo difícil dar um parecer geral;
- Não têm havido variações, é sempre o mesmo método;
- Deveria associar as aulas com o dia a dia;
- No primeiro dia de aula deveria-se ter um programa de pesquisas para os alunos desenvolverem;
- Existem professores que, às vezes, se perdem nos conteúdos;
- Alguns programas são extensos;
- Deve-se realizar mais visitas técnicas às empresas do setor.

2.2 - Os trabalhos individuais desenvolvidos influenciam positivamente sua aprendizagem?

(76)sim (09)não (37)em parte (09)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- Exigem mais dos alunos;
- Despertam a criatividade, a autocrítica e o aprendizado da iniciativa;
- Os trabalhos são superficiais, não correspondendo à aplicação na vida profissional;
- Assimila-se melhor os conteúdos;
- Influenciam mais que as atividades em grupo.

2.3 - As atividades desenvolvidas em grupo influenciam positivamente sua aprendizagem e seu relacionamento?

(87)sim (04)não (34)em parte (06)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- Possibilita um maior entrosamento e desinibição, ensinando a trabalhar em grupo;
- Nem sempre todos os integrantes do grupo colaboram, existem os parasitas;
- Depende muito do grau de amizade da pessoa com quem se faz o trabalho;
- Muito importante, pois muitas dúvidas ou dificuldades são discutidas e resolvidas em conjunto;
- Desde que em duplas;
- Os trabalhos em grupo têm sido mais efetivos no relacionamento entre colegas do que na aprendizagem dos conteúdos.

2.4 - Os conteúdos teóricos e as experiências realizadas demonstram um encadeamento e uma continuidade ?

(72)sim (11)não (36)em parte (12)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- Difícil de acontecer, as experiências não acompanham os conteúdos teóricos;

- De uma fase (semestre) para outra, ocorrem grandes saltos, à nível de complexidade e quantidade de conteúdos;
- Está de acordo com o programa;
- Necessita-se apenas de mais tempo para solidificar os conteúdos;
- Alguns assuntos teóricos interessantes não apresentam aulas práticas;
- Faltam informações sobre o uso de alguns equipamentos.

2.5 - Alguma vez foi realizada alguma experiência antes de se observar o assunto teórico correspondente?

(24)sim (96)não (03)em parte (08)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- O método só é válido desde que se repita a experiência posteriormente à teoria;
- Pode ser efetivado prática antes da teoria, desde que se tenha alguma noção anteriormente da experiência a montar;

2.6 - Caso tenha respondido sim à pergunta anterior: a sistemática empregada pelo professor lhe trouxe dificuldade na compreensão do assunto teórico e prático? Caso tenha respondido não: você acha que essa sistemática lhe traria mais facilidade na sua aprendizagem?

(29)sim (48)não (28)em parte (26)em branco

Grau: _____

Opiniões:

Para quem respondeu "sim" à questão anterior:

- Teve dificuldade porque o professor não repetiu a prática após a teoria;
- A teoria e a prática devem ser simultâneas;
- Em algumas situações é interessante primeiro ver o que acontece e depois saber o porquê.

Para quem respondeu "não" à questão anterior:

- Talvez facilidade para entender a teoria, por já ter noção da prática;
- Em certos casos facilita, pois é difícil compreender algo sem nunca ter tido contato antes;
- Aula prática antes desperta mais a curiosidade na teoria. Após, deve haver nova prática mais aplicada ou específica;
- Interessante o método, onde o aluno pode, através de conteúdos anteriores, deduzir o que se pretende ensinar a ele mais tarde.

2.7 - O procedimento experimental adotado em laboratório tem possibilitado maior clareza, objetividade, rapidez e desembaraço nas montagens e testes, oportunizando um manuseio confiante dos componentes, ferramentas, kits didáticos e equipamentos?

(51)sim (18)não (45)em parte (17)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- A falta de material em laboratório, às vezes, impossibilita ter um experiência satisfatória;
- As experiências são tão poucas que não se consegue ter maior intimidade com os equipamentos, só se adquire confiança com o manuseio dos mesmos;
- A falta de circuitos integrados atrasa as experiências ou dificulta-as quando se têm que utilizar componentes similares;

- Às vezes, alguns alunos se "apoderam" dos equipamentos, impedindo que outros também aprendam.

2.8 - A metodologia empregada pelo professor facilita o desenvolvimento de seu raciocínio e de sua lógica, isto é, possibilita o ato de aprender pensando e com isso, o ato de pensar fazendo?

(64)sim (10)não (52)em parte (05)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- O professor procura-nos fazer pensar de maneira mais prática;
- Sente dificuldade de conciliar assunto estudado na Escola com tarefas ou funções que exerce no estágio;
- Alguns professores complicam ainda mais os conteúdos. Fora da sala de aula se consegue, muitas vezes, explicações mais sucintas, convincentes e fáceis de entender;
- Faltam exercícios em sala de aula;
- Não é dado ao aluno a oportunidade de refletir sobre a aprendizagem;
- Poucas vezes abre-se um parênteses para uma dedução conjunta entre alunos e professor. Geralmente, demonstra-se a teoria, seguido de exercícios e/ou prática.

2.9 - Os seus erros cometidos, durante a realização de um experimento, tem sido encarado, tanto por seu professor como por você, como uma séria desatenção, inobservância ou não raciocínio suficiente na operação de montagem?

(27)sim (51)não (40)em parte (13)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- Também tem acontecido por falta de conhecimento ou falta de auxílio do professor no acompanhamento das experiências, ou ainda, produto de uma aula mal ministrada;
- Às vezes esquecimento de algum ponto, principalmente em situações de pressão, tempo, nota ou circuito muito complexo;
- Normalmente o erro é propiciado pelo equipamento ou componente em péssimas condições.

2.10 - O erro constatado numa montagem lhe possibilita uma melhor compreensão do circuito?

(80)sim (07)não (32)em parte (12)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- Só quando o erro é cometido por um colega de equipe;
- O erro possibilita descobrir detalhes que não ficaram compreensíveis na teoria;
- É errando que se aprende, que nunca mais se esquece do certo;
- Trás uma nova experiência;
- Alerta para trabalhar com mais atenção;
- Não só é um alerta, mas também um obstáculo a ser superado;
- É interessante desde que o erro possa ser sanado e o professor explique o porquê. Mas nem sempre é o que acontece.

- Pode-se verificar que uma simples falha altera todo o comportamento do circuito;
- Dá-se maior atenção à montagem depois de ocasionado um erro.

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO AMBIENTE LABORATORIAL

3.1 - Qual ou quais os kits didáticos que você vem utilizando no laboratório de Eletrônica Digital?

(48) Laboratório para o Ensino de Técnicas Digitais - FVE

(53) MTTL 101 - CS Componentes e Sistemas Eletrônicos

(55) Hiperlab Digital - Global

(--) Mesa Digital - Milan/CEFET

(04) Outro: _____

(30) Em branco

(04) Nula

*** Esta questão possibilita uma ou mais opções.**

3.2 - O manuseio do kit por você empregado tem se mostrado de difícil entendimento, não oportunizando sua autonomia e exigindo uma habilidade manual só encontrada nos mais experimentados?

(08)sim (78)não (25)em parte (20)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- Os kits são de fácil manuseio;

- As explicações sobre o equipamento são muito generalizadas;

- Normalmente um aluno detém conhecimento sobre as funções do kit e, o restante da equipe, fica à mercê da própria sorte ou à espera de um colega para lhe explicar.

3.3 - O kit utilizado necessita de ferramental de apoio e de instrumentos e equipamentos auxiliares, para a efetivação da experiência? Caso sua resposta tenha sido sim ou em parte, cite-os.

(28)sim (65)não (17)em parte (21)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- Ferramentas: alicate de corte, alicate de bico, ferro de solda e estanho para as manutenções constantes do kit;

- Equipamentos: fonte de alimentação, matriz de contatos, multímetro, osciloscópio;

- Outros: fios de ligação em excesso, displays, manuais de pinagem de circuitos integrados.

3.4 - O kit empregado tem necessitado de constantes manutenções? Se sua resposta for sim ou em parte, cite quais são os defeitos mais constantes.

(31)sim (56)não (19)em parte (25)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- Mal contato em chaves, soquetes, ponteiras e matrizes de contato;
- Leds (diodos emissores de luz) não acendem (queimados);
- Trilhas e ilhas de placas de circuitos impressos interrompidas;
- Circuitos integrados danificados;
- Fios de ligação partidos dentro do espaguete isolante;
- Gerador de clock (pulsos) com defeito;
- "Pane" total;
- O manuseio do equipamento por muitas mãos faz com que seja normal e se necessite de manutenções periódicas.

3.5 - A operação de interligação dos componentes (fiação) tem sido de difícil execução, exigindo consultas freqÜentes, principalmente, aos manuais de pinagem de circuitos integrados?

(41)sim (21)não (47)em parte (22)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- Possibilita uma prática mais associada à realidade;
- Com o tempo acaba-se decorando as pinagens dos circuitos integrados;
- Necessita-se improvisar, às vezes, na falta de alguns componentes;
- É bom para a aprendizagem.

3.6 - As experiências realizadas têm sido efetivadas e consideradas satisfatórias no seu produto ou resultado final?

(64)sim (07)não (39)em parte (21)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- Muitas vezes o resultado não é o esperado, devido à problemas de ordem material;
- "Ao se ver o fato, se fixa o acontecimento" (?)

3.7 - O livro adotado na disciplina: Elementos de Eletrônica Digital de Idoeta e Capuano, tem oportunizado o entendimento dos conteúdos, facilitado a resolução de exercícios e preparado para a execução prática de circuitos experimentais e projetos?

(75)sim (04)não (38)em parte (14)em branco

Grau: _____

Opiniões:

- O livro é completo, detalhista, abrange todo os conteúdos da disciplina de forma simples, objetiva e clara;
- O livro não aborda nada sobre aulas práticas;
- O livro ajuda na resolução de exercícios e no entendimento dos conteúdos;
- Poderia ser mais aprofundado;
- Faltam exercícios resolvidos e respostas dos exercícios propostos;
- O livro é o complemento do que se aprende em sala de aula.

3.8 - Os textos dos conteúdos teóricos e dos procedimentos experimentais, quando utilizados nas aulas de laboratório, têm oportunizado o entendimento dos conteúdos, facilitado a

resolução de exercícios e preparado efetivamente para a execução prática de circuitos experimentais e projetos?

(65)sim (07)não (40)em parte (19)em branco

Grau: _____

Opiniões:

Nenhuma opinião foi apresentada nesta questão.

*** População-alvo: 7 turmas do Curso Técnico de Eletrônica, totalizando 131 alunos.**

APÊNDICE 02

QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO PARA PROFESSORES DO CURSO TÉCNICO DE ELETRÔNICA

QUESTIONÁRIO DE SONDAAGEM PARA PROFESSORES DO CURSO TÉCNICO DE ELETRÔNICA

A - INFORMAÇÕES GERAIS

Na tentativa de contribuir para o enriquecimento da estrutura do Curso Técnico de Eletrônica, mais especificamente ao ambiente laboratorial de Eletrônica Digital, estamos apresentando o presente questionário. Este busca colher informações mais precisas e criteriosas acerca de tal ambiente.

Em função das respostas obtidas, nosso objetivo já pode ser vislumbrado: será conceber, desenvolver, implementar e avaliar um novo ambiente de experimentação, que não incorra nos atuais problemas existentes e que possibilite um agradável e empreendedor local de experimentos lógicos binários.

Fomos participantes, durante o ano passado, 1990, do I Seminário de Avaliação do Curso Técnico de Eletrônica. Deste evento, várias opiniões, sugestões e críticas, de você professor e dos alunos, foram coletadas e, dentro das possibilidades, agilizadas e implementadas pela Coordenação do Curso e nós professores. Pretendemos utilizar estas respostas do Seminário como ponto de partida. Buscaremos agora respostas mais específicas, concretas, não tão abrangentes, generalizantes e dispersas como as já obtidas.

Emita sua opinião com senso de justiça, autenticidade e sinceridade. Dependerá de sua contribuição, em boa parte, as características de um novo ambiente de aprendizagem, que será utilizado tanto por você professor, como pelos atuais e futuros alunos deste Curso Técnico.

B - ORIENTAÇÕES

1. O questionário está dividido em três grandes tópicos:

- Aspectos gerais do Curso e da disciplina Eletrônica Digital;
- Metodologia empregada pelo professor;
- Características físicas do ambiente laboratorial.

2. Inicialmente, avalie o grau de importância, de satisfação, de frequência, de correspondência ou de contribuição do assunto questionado. Em seguida, emita sua opinião através de críticas, esclarecimentos e/ou sugestões.

3. Sua identificação no questionário é opcional.

1. ASPECTOS GERAIS DO CURSO E DA DISCIPLINA DE ELETRÔNICA DIGITAL

1.1 - Você está satisfeito com o ensino, de modo geral, oferecido pelo Curso Técnico de Eletrônica da ETF-SC, proporcionado através de você e seus colegas professores?

1.2 - Você procura manifestar atitude de colaboração, no sentido de melhorar a qualidade do ensino oferecido?

1.3 - Como se evidencia a preocupação em adequar os recursos existentes ao tipo de Curso oferecido pela Escola?

1.4 - Existe bom relacionamento entre você e seus colegas professores? Justifique.

1.5 - Existe bom relacionamento entre você e seus alunos? Justifique.

1.6 - O programa desenvolvido no Curso demonstra ser útil para a vida pessoal e profissional do aluno?

1.7 - Você considera que o aprendizado desta disciplina (Eletrônica Digital) será útil no desempenho profissional do aluno?

1.8 - O número e a característica das experiências práticas realizadas de laboratório são suficientes para o entendimento dos tópicos abordados?

1.9 - Existe algum assunto de merecida importância que não é abordado na disciplina e que deveria ser? Se sua resposta for sim, qual o motivo da não abordagem?

2. METODOLOGIA EMPREGADA PELO PROFESSOR

2.1 - A maneira como você desenvolve o programa curricular corresponde ao que seus alunos esperam, contribuindo decididamente para a sua aprendizagem?

2.2 - Os trabalhos individuais desenvolvidos correspondem ao que seus alunos esperam, influenciando positivamente sua aprendizagem?

2.3 - As atividades desenvolvidas em grupo correspondem ao que seus alunos esperam, influenciando positivamente sua aprendizagem e seu relacionamento?

2.4 - Os conteúdos teóricos e as experiências realizadas demonstram um encadeamento e uma continuidade ?

2.5 - Alguma vez é realizada alguma experiência antes de se observar o assunto teórico correspondente?

2.6 - Caso tenha respondido sim à pergunta anterior: a sistemática empregada por você trouxe dificuldade ao aluno, na compreensão do assunto teórico e prático? Caso tenha respondido não: você acha que essa sistemática lhe traria mais facilidade na sua aprendizagem?

2.7 - O procedimento experimental adotado em laboratório tem possibilitado maior clareza, objetividade, rapidez e desembaraço nas montagens e testes, oportunizando um manuseio confiante dos componentes, ferramentas, kits didáticos e equipamentos?

2.8 - A metodologia empregada por você promove o desenvolvimento do raciocínio lógico e conceitual do aluno, isto é, possibilita o ato de aprender pensando e com isso, o ato de pensar fazendo?

2.9 - A ocorrência de erros durante a realização de um experimento tem sido encarada, tanto por você como pelos seus alunos, como uma séria desatenção, inobservância ou não raciocínio suficiente na operação de montagem?

2.10 - O erro constatado numa montagem possibilita, ao aluno, uma melhor compreensão do circuito ou o confunde mais ainda?

2.11 - Você assume uma atitude que considera científica diante dos fatos que se apresentam no processo ensino-aprendizagem? Como se evidencia?

2.12 - Quais os critérios para a obtenção dos objetivos de seus alunos na disciplina de Eletrônica Digital?

2.13 - Percebe-se modificação no aluno no decorrer do Curso? Como?

2.14 - Quais os tipos de estímulos que você dá ao aluno?

2.15 - Você faz atendimentos individuais para sanar dificuldades específicas dos alunos? Como você diagnostica e recupera deficiências dos alunos?

2.16 - Você possibilita oportunidades para o aluno manifestar suas idéias? Como?

2.17 - Existem mecanismos de registro, divulgação e estímulo de práticas inovadoras? Quais?

2.18 - São previstas atividades em que o aluno trabalhe sem a presença do professor? Quais?

2.19 - São acatadas as sugestões dos alunos para a melhoria dos programas curriculares? Como?

2.20 - Você avalia seu próprio desempenho com vistas a um auto-aperfeiçoamento? Como?

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO AMBIENTE LABORATORIAL

3.1 - Qual ou quais os kits didáticos que você vem utilizando no laboratório de Eletrônica Digital?

Laboratório para o Ensino de Técnicas Digitais - FVE

MTTL 101 - CS Componentes e Sistemas Eletrônicos

Hiperlab Digital - Global

Mesa Digital - Milan/CEFET

Outro: _____

3.2 - O manuseio do kit por você empregado tem se mostrado de difícil entendimento ao aluno, não oportunizando sua autonomia e exigindo uma habilidade manual só encontrada nos mais experimentados?

3.3 - O kit utilizado necessita de ferramental de apoio e de instrumentos e equipamentos auxiliares, para a efetivação da experiência? Caso sua resposta tenha sido sim ou em parte, cite-os.

3.4 - O kit empregado tem necessitado de constantes manutenções? Se sua resposta for sim ou em parte, cite quais são os defeitos mais constantes.

3.5 - A operação de interligação dos componentes (fiação) tem se mostrado de difícil aceitação e execução pelos alunos, exigindo consultas freqüentes, principalmente, aos manuais de pinagem de circuitos integrados?

3.6 - As experiências realizadas têm sido efetivadas e consideradas satisfatórias no seu produto ou resultado final?

3.7 - O livro adotado na disciplina: Elementos de Eletrônica Digital de Idoeta e Capuano, tem oportunizado o entendimento dos conteúdos, facilitado a resolução de exercícios e preparado para a execução prática de circuitos experimentais e projetos?

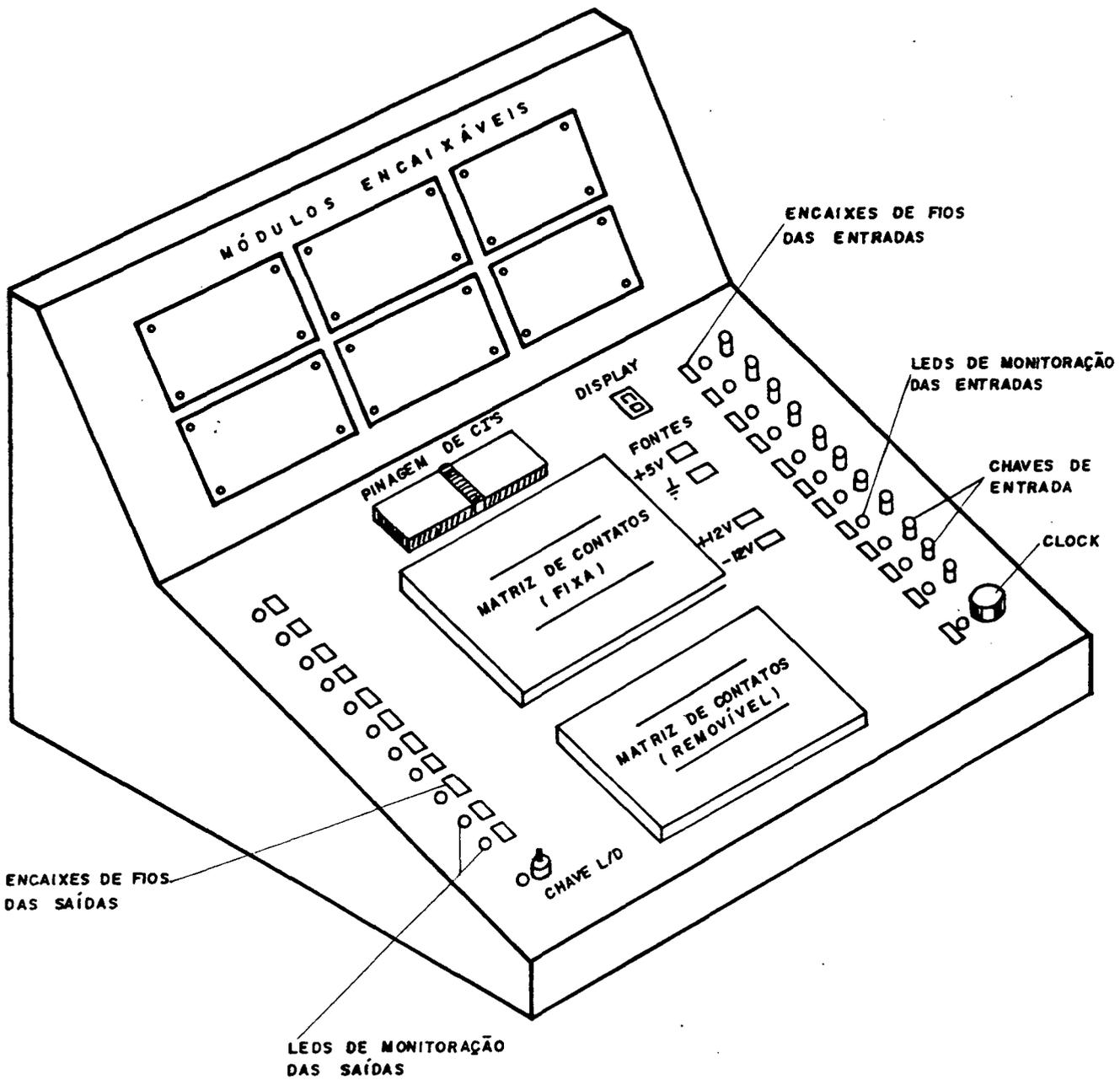
3.8 - Há produção de materiais didáticos? Se sua resposta for sim, eles são disseminados? Como?

3.9 - Os textos dos materiais didáticos, têm oportunizado o entendimento dos conteúdos, facilitado a resolução de exercícios e preparado para a execução prática de circuitos experimentais e projetos?

3.10 - Você considera sua formação específica e didático-pedagógica adequadas para o pleno exercício de sua profissão? Justifique.

APÊNDICE 03

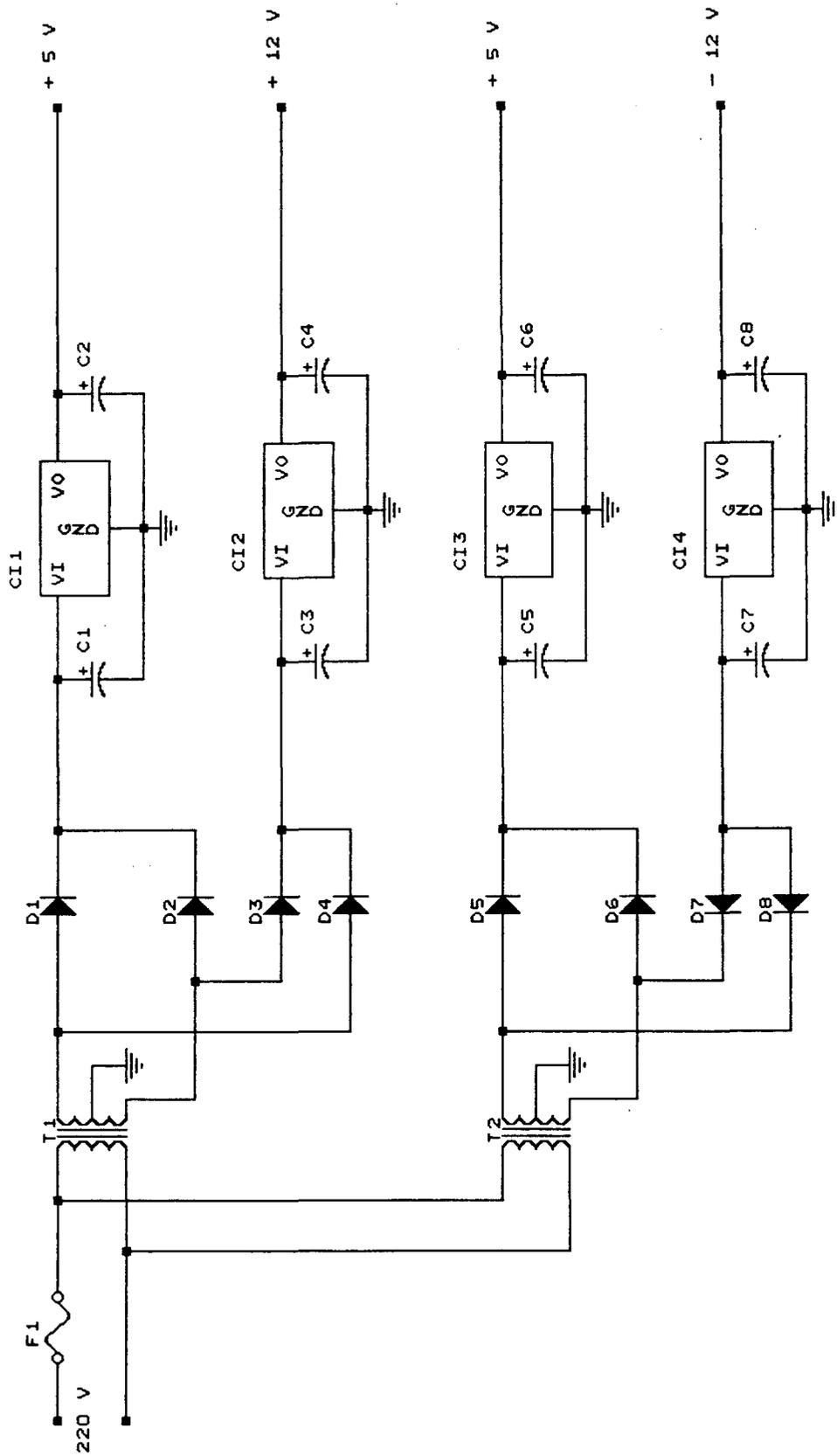
DESENHO EM PERSPECTIVA DO EQUIPAMENTO LÓGICO-DIDÁTICO



EQUIPAMENTO LÓGICO - DIDÁTICO

APÊNDICE 04

DESENHO DOS DIAGRAMAS ELETRÔNICOS DO EQUIPAMENTO



D1-D2-D3-D4-D5-D6-D7-D8 = 1N4001

CI1-CI3 = LM7805

CI2 = LM7812

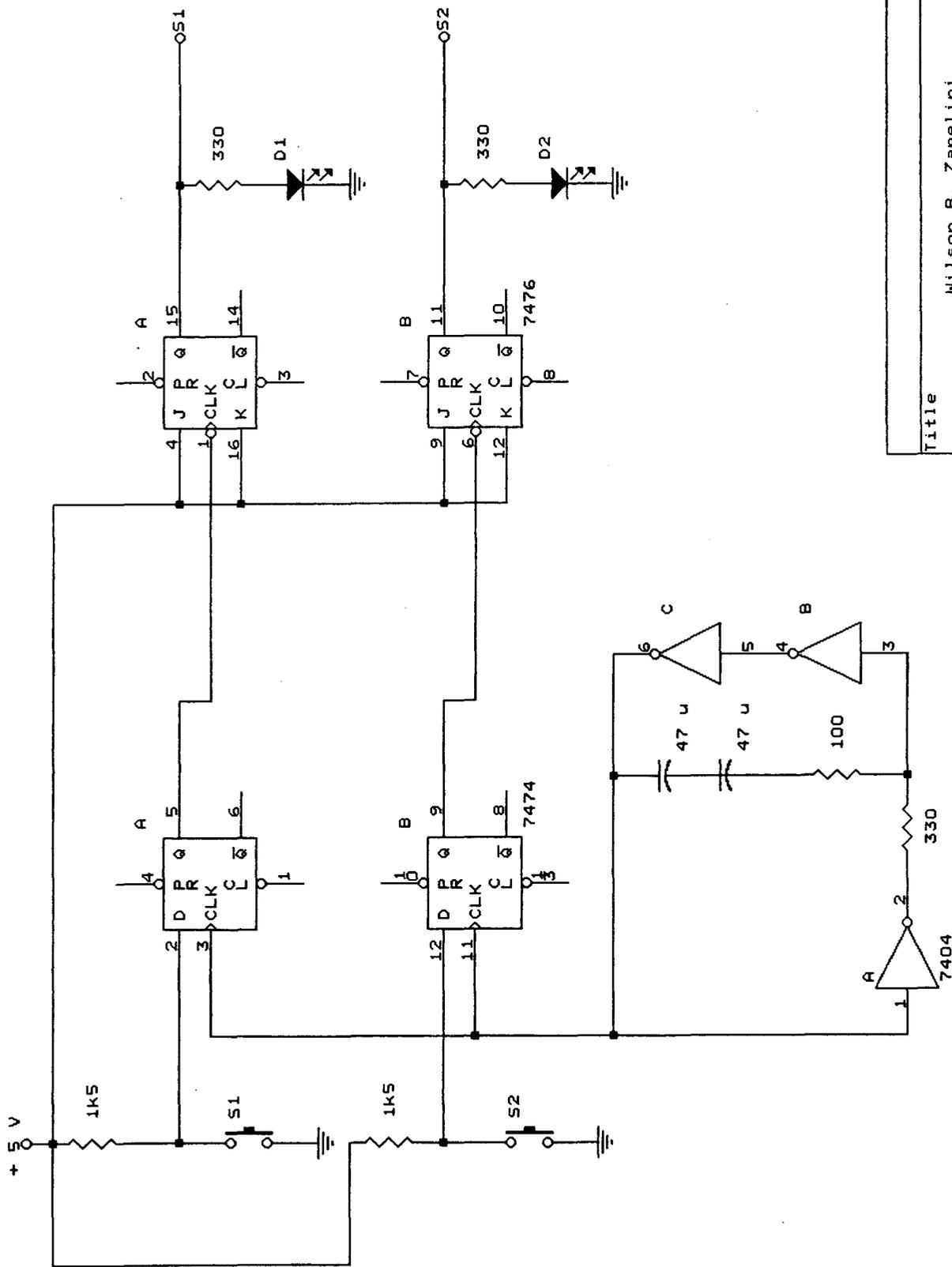
CI4 = LM7912

C1-C3-C5-C7 = 2200 uF /63V

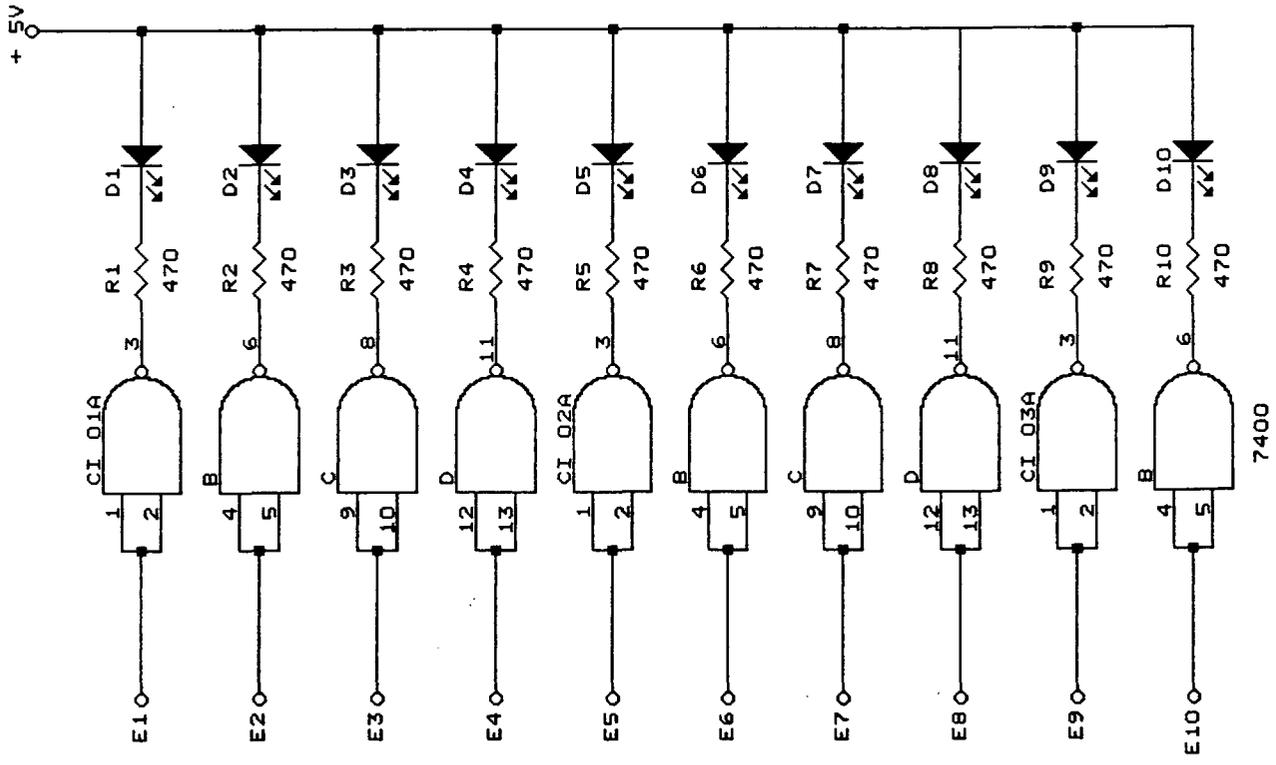
C2-C4-C6 = 100 nF

T1-T2 = 220 v /12V-1A

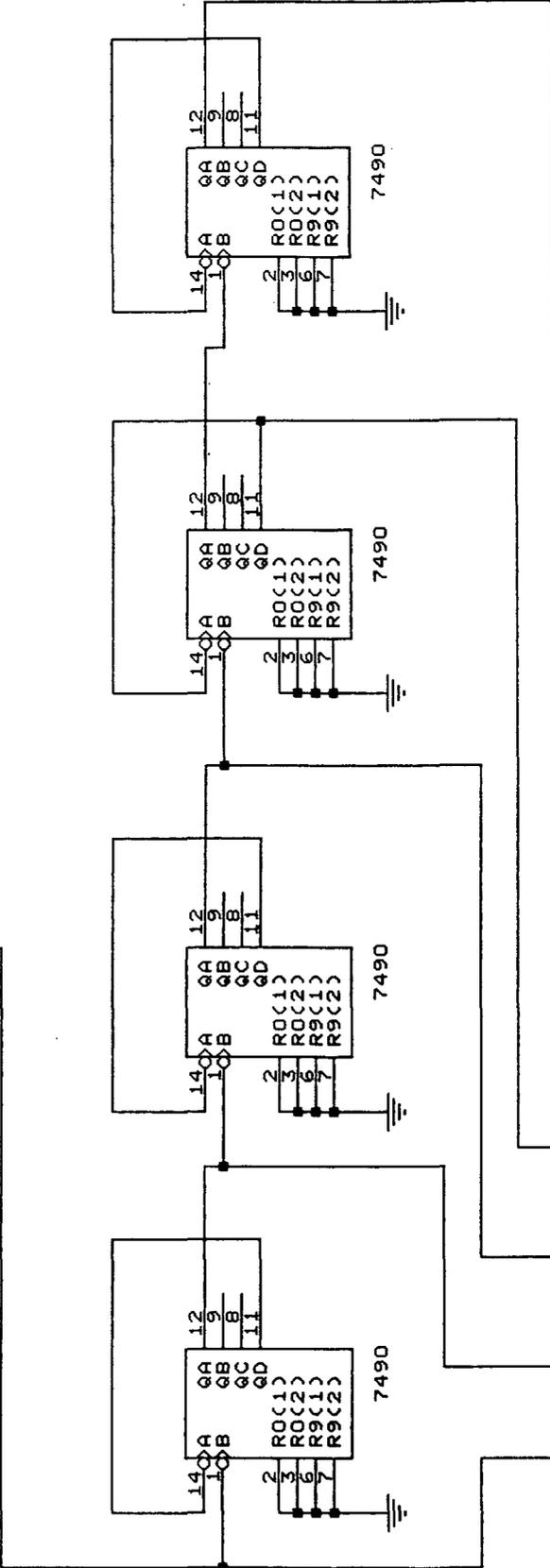
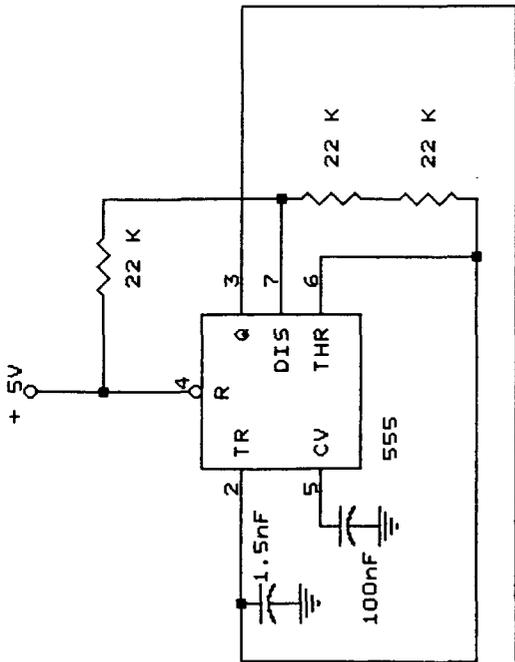
Title		Wilson B. Zapelini	
Size		Document Number	
A		Fonte de Alimentacao	
Date:	July 31, 1994	Sheet	of
REV			



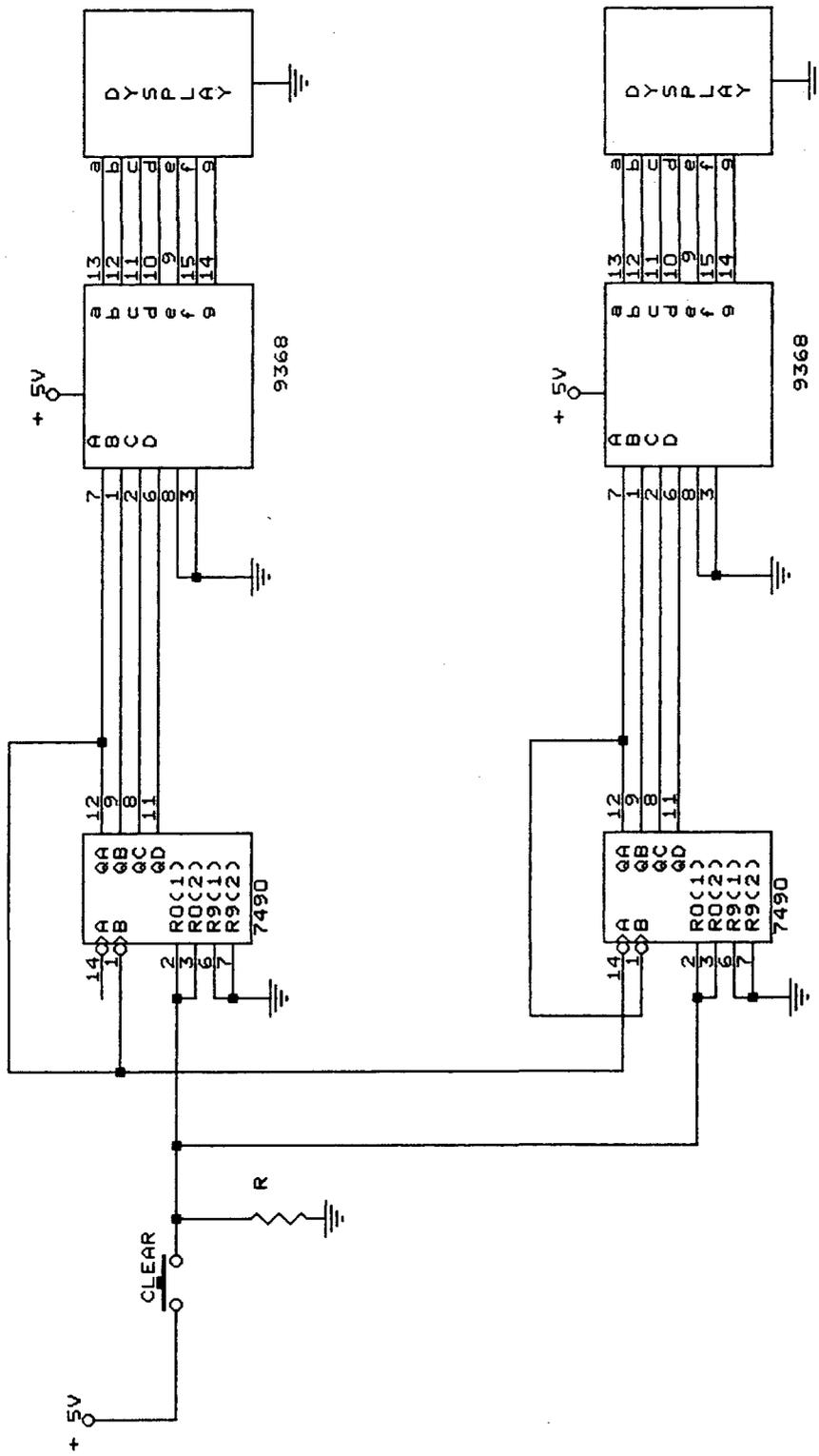
Title	
Wilson B. Zapelini	
Size	Document Number
A	Chaves de Entrada
Date:	August 1, 1994
Sheet	of



Title		Wilson B. Zapelini	
Size	Document Number	Leds de Saida	
A		REV	
Date:	August 1, 1994	Sheet	of



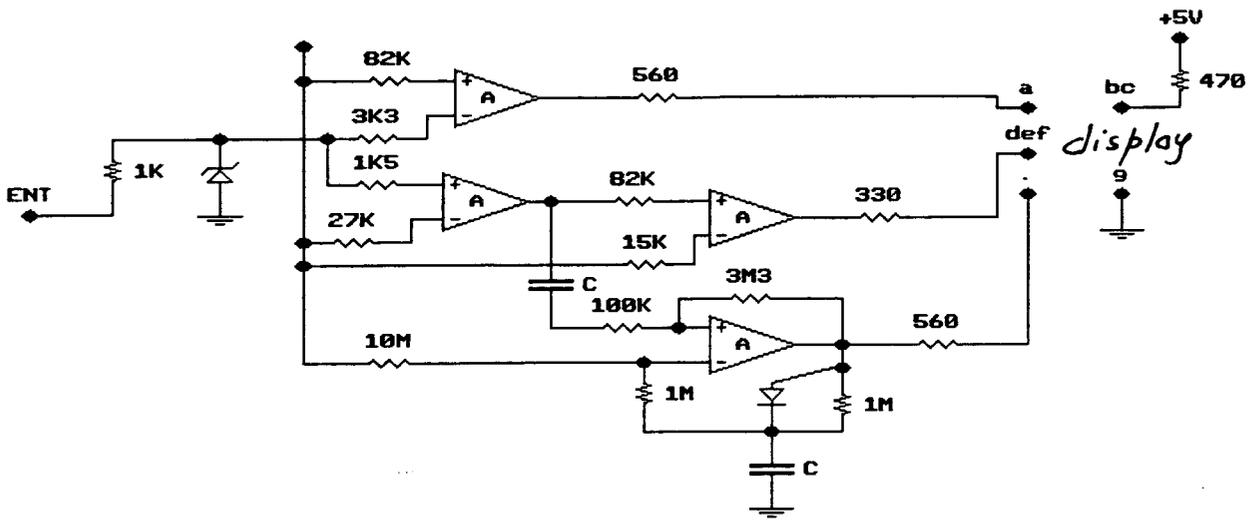
Title		Wilson B. Zapelini	
Size Document Number		A	
Gerador de Pulsos		REV	
Date:	August 1, 1994	Sheet	of



Title		Wilson B. Zapelini	
Size	Document Number	REV	
A	Contador-Convensor p/ Display		
Date:	August 1, 1994	Sheet	of

CIRCUIT: ponta

PONTA DE PROVA DIGITAL



CIRCUIT: convers

CONVERSOR DIGITAL-ANALOGICO

PARTS LIST

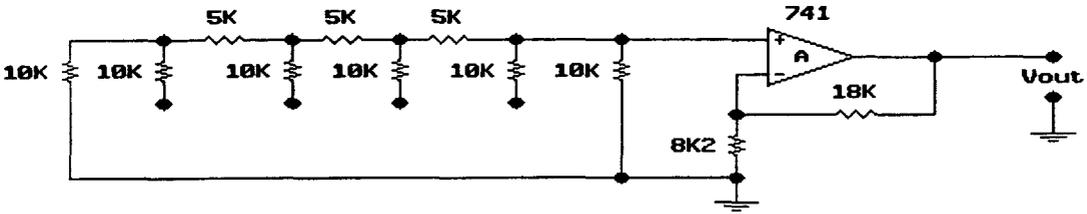
1	opamp	opamp
1	18.00k Ω	resistor
1	8.20k Ω	resistor
6	10.00k Ω	resistor
3	5.00k Ω	resistor

LABEL LIST

741	opamp	opamp
10K	10.00k Ω	resistor
10K	10.00k Ω	resistor
5K	5.00k Ω	resistor
5K	5.00k Ω	resistor
5K	5.00k Ω	resistor
10K	10.00k Ω	resistor
18K	18.00k Ω	resistor
8K2	8.20k Ω	resistor
10K	10.00k Ω	resistor
10K	10.00k Ω	resistor
10K	10.00k Ω	resistor
10K	10.00k Ω	resistor

MODEL LIST

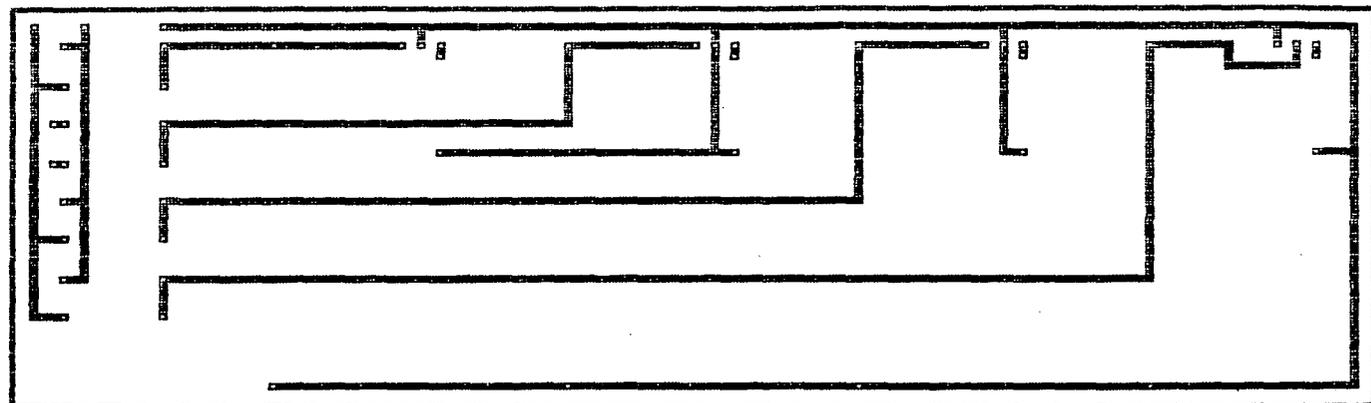
opamp	opamp				
Usw		30			
A		1e+10	Ri	1e+10	
Ro		1	Upn	16	



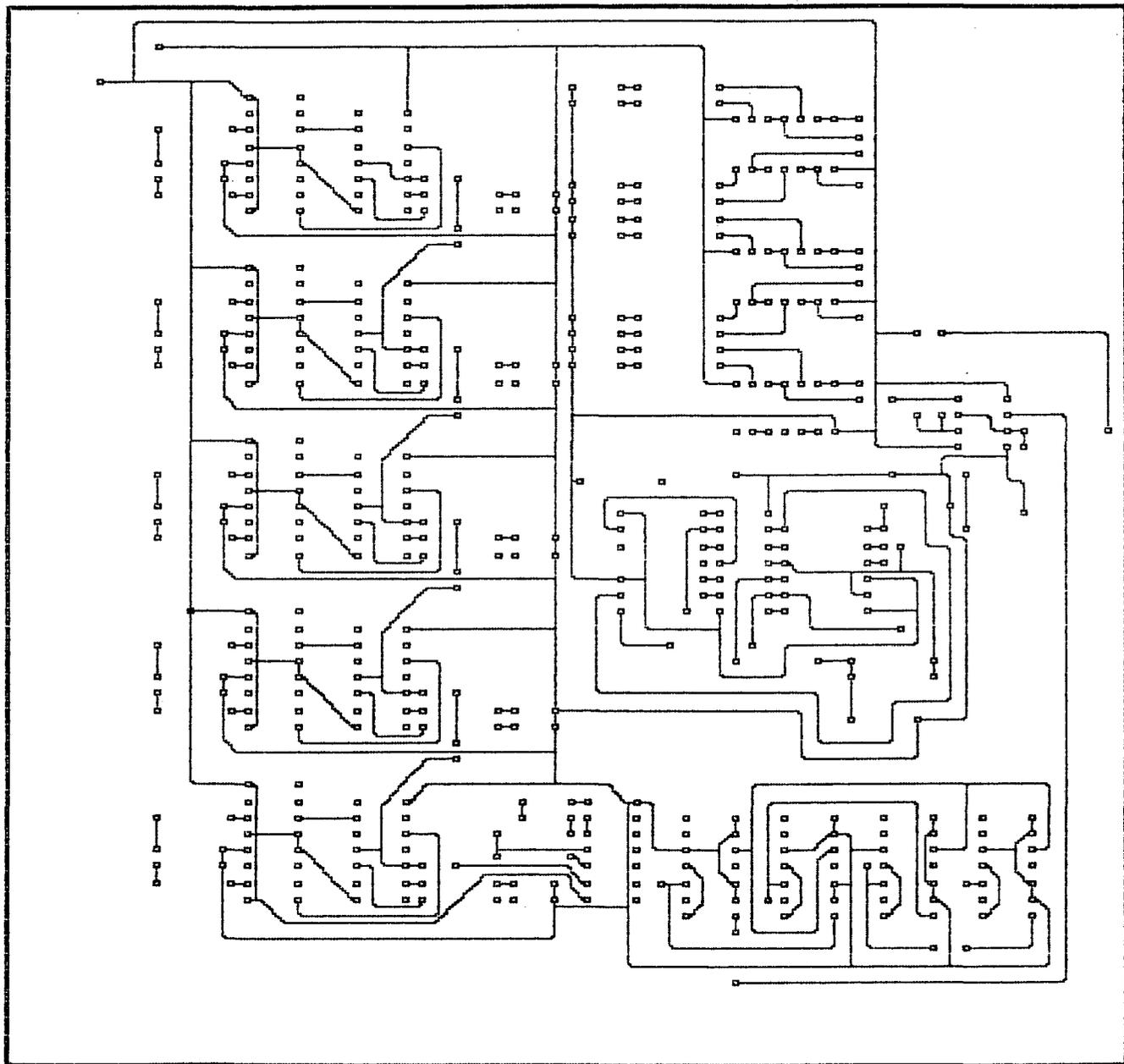
APÊNDICE 05

DESENHO DAS PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO DO EQUIPAMENTO

1X checkplot 22 Apr 1994 00:53:38
fonte
v1.2 r3 holes: 49 solder side
approximate size: 6.80 by 1.90 inches



1X checkplot 22 Apr 1994 00:36:42
lay_out1
v1.2 r3 holes: 507 solder side
approximate size: 6.60 by 6.30 inches



2X artwork
lay_out2

22 Apr 1994

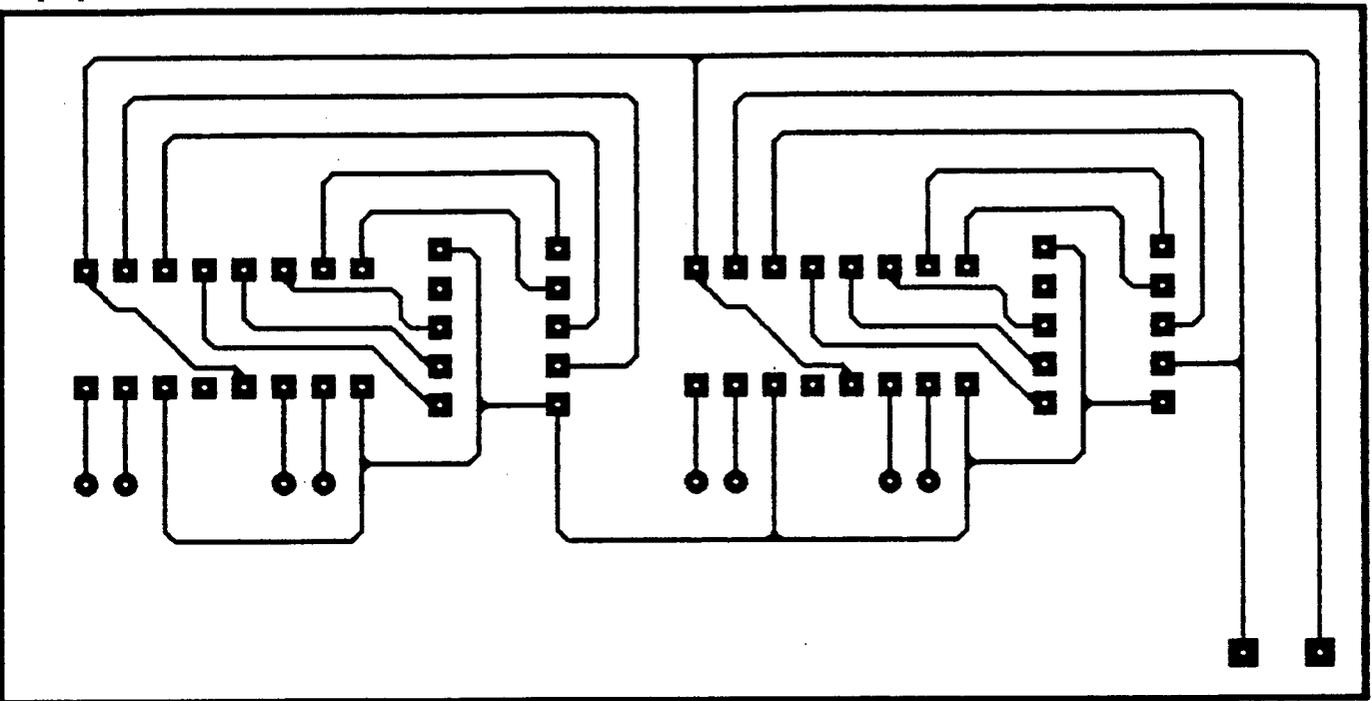
00:42:50

v1.2 r3 holes: 62

solder side

approximate size: 1.60 by

3.30 inches



EX artwork

22 Apr 1994

00:47:12

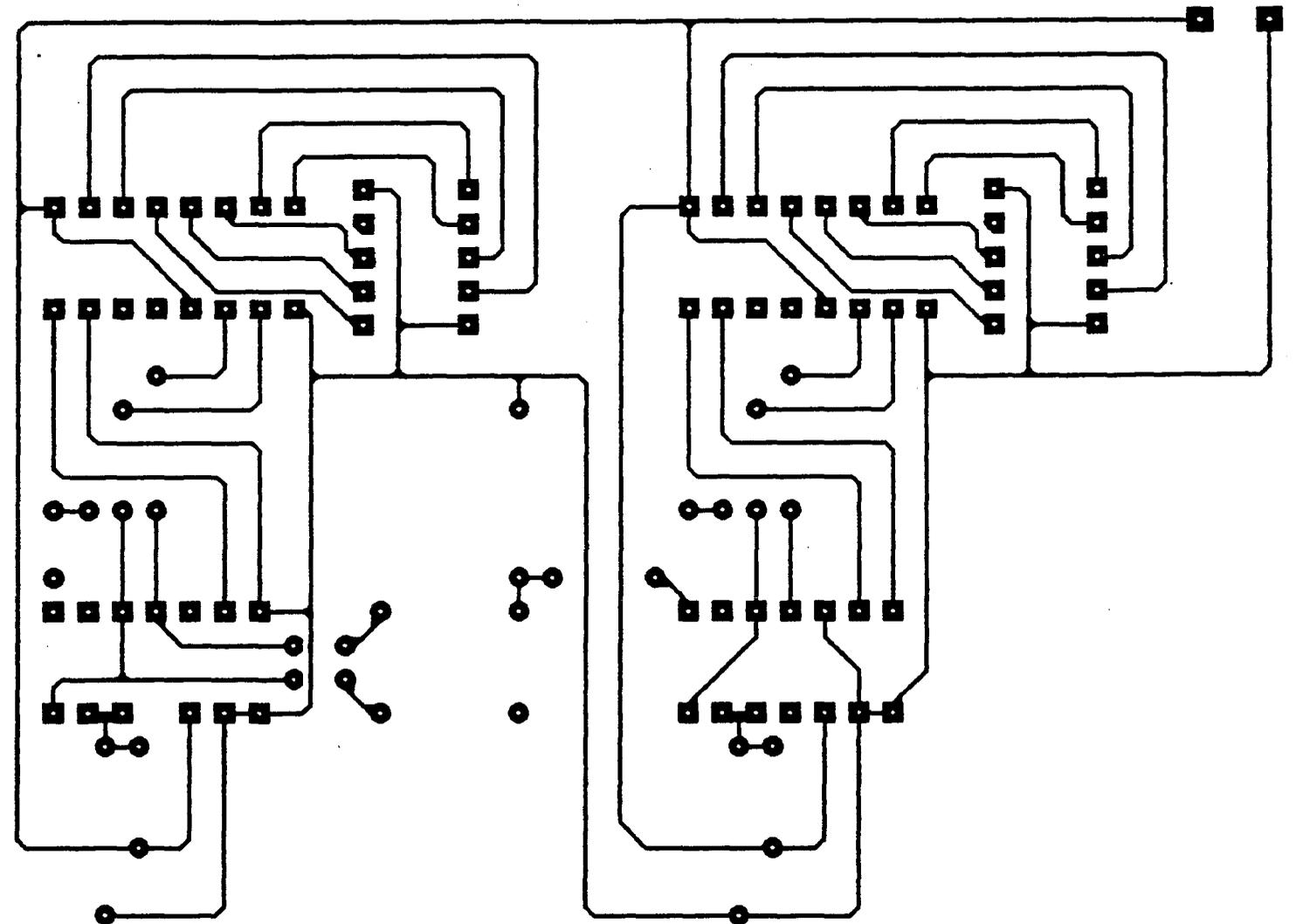
ay_out3

1.2 r3 holes: 115

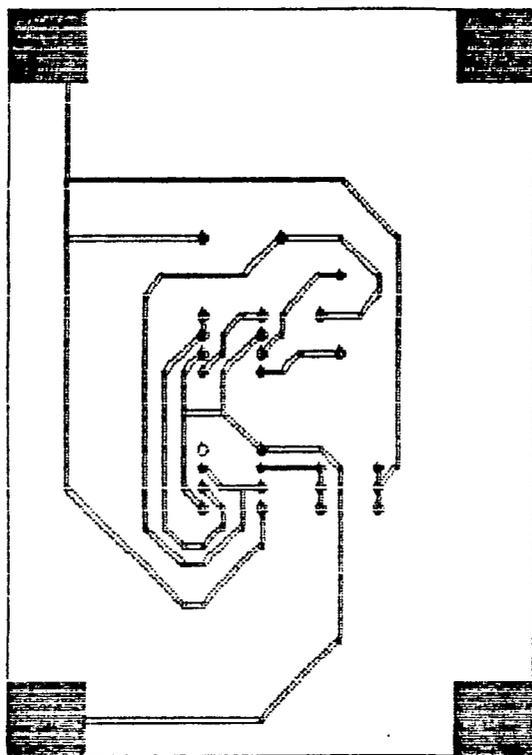
solder side

approximate size: 2.70 by

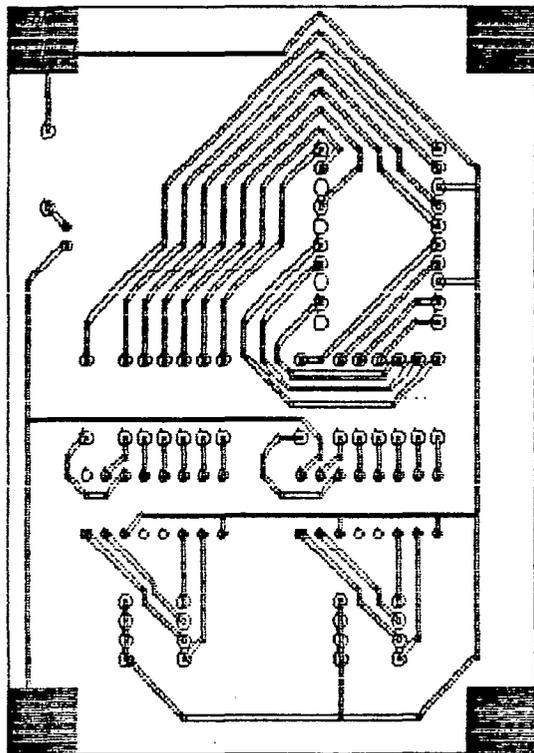
3.70 inches



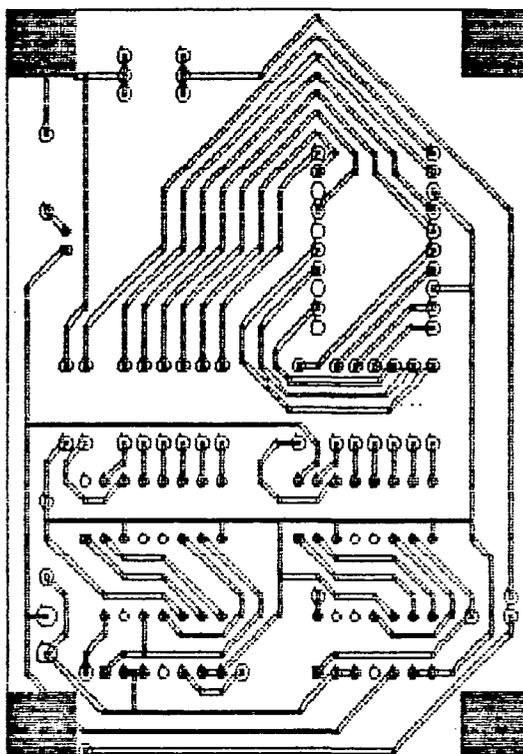
GERADOR DE PULSOS



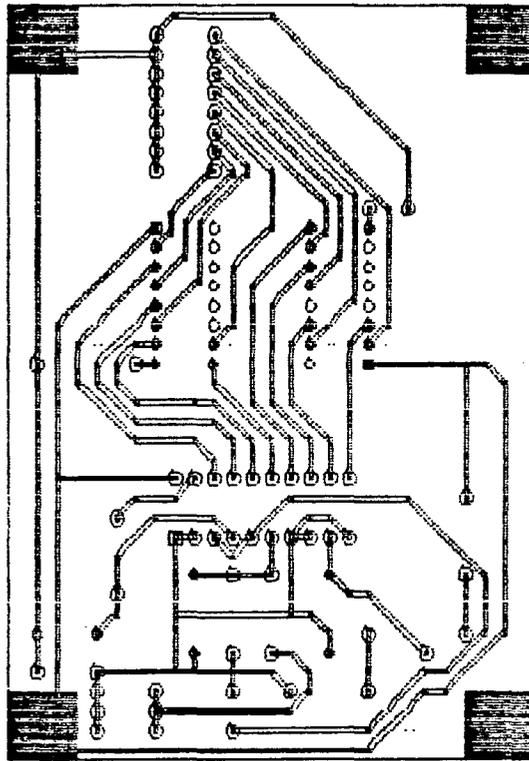
CONVERSOR PARA DISPLAY DE 7 SEGMENTOS



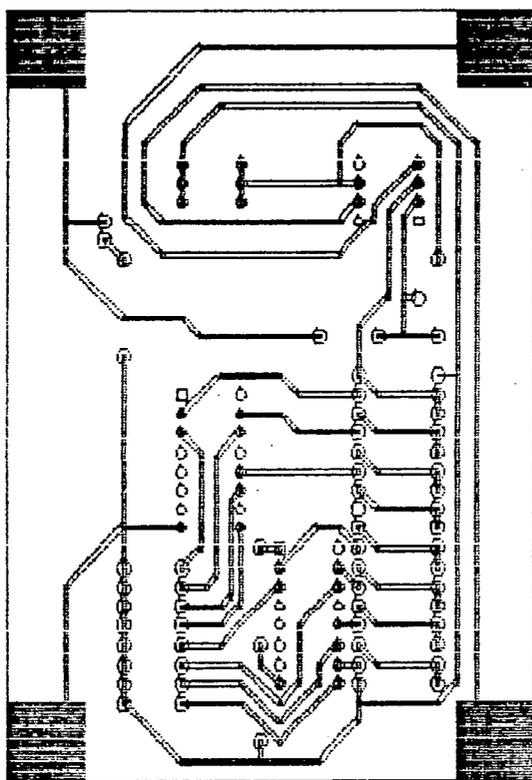
CONTADOR-CONVERSION PARA DISPLAY DE
7 SEGMENTOS



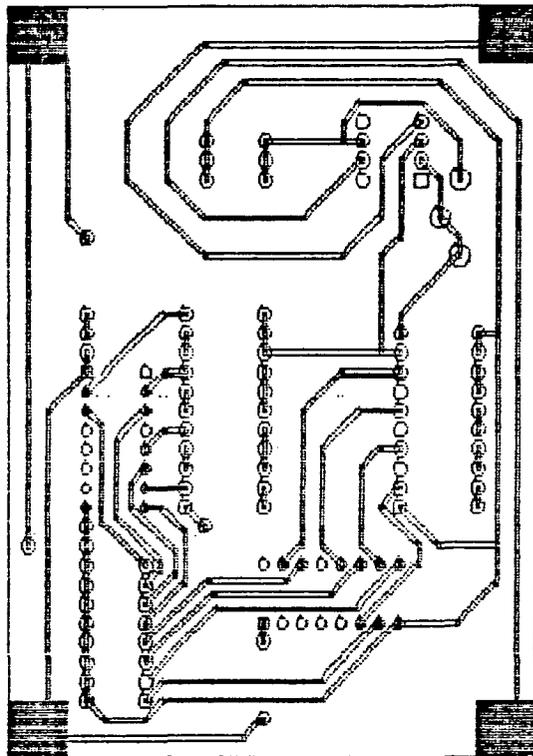
CONVERSOR DIGITAL-ANALÓGICO



CONVERSOR DIGITAL-ANALÓGICO



CONVERSOR ANALÓGICO-DIGITAL



APÊNDICE 06

**ROTEIROS EXPERIMENTAIS: DECODIFICADORES E CIRCUITOS
ARITMÉTICOS**

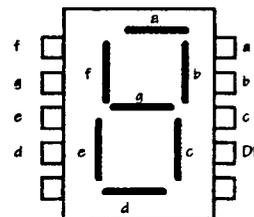
ROTEIRO EXPERIMENTAL: DECODIFICADORES

1. Localize o decodificador 9368 e o display de 7 segmentos;
2. Identifique suas pinagens, mostradas abaixo;
3. Monte o circuito, interligando decodificador e display na matriz de contatos do equipamento utilizado;
4. Energize o equipamento usado para a experimentação;
5. Teste o funcionamento do circuito, simulando via chaves todos os valores possíveis para a entrada binária;
6. Organize e interprete os dados coletados na experimentação. Verifique se os números decimais na saída (display) correspondem aos de entrada;
7. Desmonte o circuito e reponha o equipamento e componentes aos seus lugares.



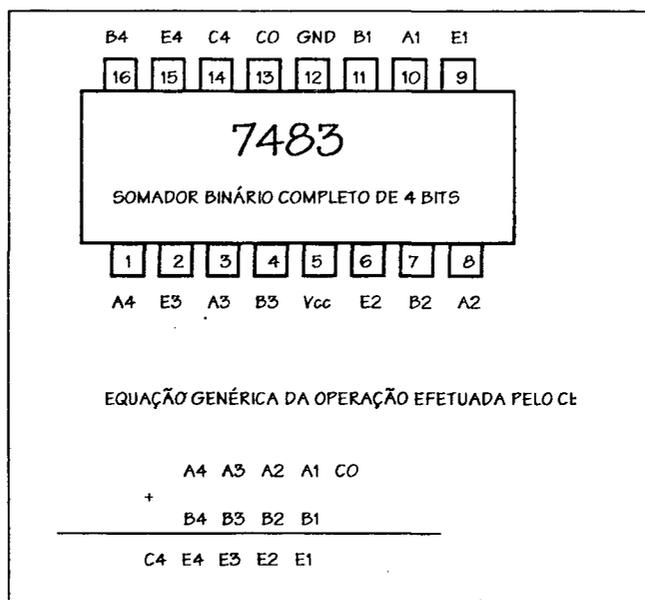
a-b-o-d-e-f-g: saídas
 A3-A2-A1-A0: entradas
 RB: supressor de zeros
 EL: catodo comum
 RBO = 0 quando RBI,A0,A1,A2,A3=0
 Se RBO = 0 então a=b=c=d=e=f=g=0

DISPLAY FND 375



ROTEIRO EXPERIMENTAL: CIRCUITOS ARIMÉTICOS

1. Localize o somador binário completo de 4 bits 7483;
2. Identifique suas pinagens, mostradas abaixo;
3. Monte o circuito, interligando chaves de entrada, somador e leds de saída, na matriz de contatos do equipamento utilizado;
4. Energize o equipamento usado para a experimentação;
5. Teste o funcionamento do circuito, simulando via chaves todos os valores possíveis para a entrada binária;
6. Organize e interprete os dados coletados na experimentação. Verifique se os números binários obtidos na saída correspondem aos esperados;
7. Desmonte o circuito e reponha o equipamento e componentes aos seus lugares.



ENTRADAS					SAÍDAS								
YEM UM	NÚMERO A				NÚMERO B				YAI UM	SOMA			
C0	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	E4	E3	E2	E1
0	0	0	0	0	0	0	0	0					
0	0	0	0	1	0	0	0	0					
0	0	0	1	0	0	0	0	1					
0	0	0	1	1	0	0	0	1					
0	0	1	0	0	0	0	1	0					
0	0	1	0	1	0	0	1	0					
0	0	1	1	0	0	0	1	1					
0	0	1	1	1	0	0	1	1					
0	1	0	0	0	0	1	0	0					
0	1	0	0	1	0	1	0	0					
0	1	0	1	0	0	1	0	1					
0	1	0	1	1	0	1	0	1					
0	1	1	0	0	0	1	1	0					
0	1	1	0	1	0	1	1	0					
0	1	1	1	0	0	1	1	1					
0	1	1	1	1	0	1	1	1					

APÊNDICE 07**QUADRO DE RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE
AMBIENTES, OBTIDOS ATRAVÉS DAS FICHAS DE OBSERVAÇÃO**

QUADRO DE RESULTADOS COMPARATIVOS EVIDENCIADOS NA FICHA DE OBSERVAÇÃO EXPERIMENTAL (No. EQUIPES)

TÓPICO: DECODIFICADORES
EXPERIÊNCIA: DECODIFICADOR BCD P/ 7 SEGMENTOS
PERÍODO DE TEMPO PROPOSTO: 30 MINUTOS

CURSO: ELETRÔNICA
TURMA: 084201 - A/B
TOTAL DE EQUIPES OBSERVADAS: 07

ATUAÇÃO	ATIVIDADES EXPERIMENTAIS OBSERVADAS	PERÍODOS CRONOLÓGICOS EVIDENCIADOS				
		INÍCIO 05 MIN	DESENVOLVIMENTO 20 MIN			FINAL 05 MIN
			SIM	PARCIAL	NÃO	
Professor	01..Apresentar estratégia metodológica	07				
	02..Explicar procedimentos experimentais	07				
Equipe no ambiente existente	01..Ler e interpretar instruções no roteiro		07	-	-	
	02.. Verificar, buscar e posicionar sobre a bancada de trabalho: equipamento e componentes necessários		07	-	-	
	03..Executar a montagem interligando componentes		07	-	-	
	04..Energizar o circuito montado		07	-	-	
	05..Constatar se circuito funciona		03	03	01	
	06..Se circuito não funciona, buscar defeitos interpretando os erros cometidos		03	01	-	
	07..Simular valores de entrada e ler valores de saída do circuito		07	-	-	
	08..Coletar e organizar dados		07	-	-	
	09..Interpretar resultados obtidos, à luz de estudos teóricos		02	05	-	
	10..Desmontar o circuito, repondo equipamento e componentes aos seus lugares					07
	11..Outras atividades desempenhadas e não previstas					
Equipe no ambiente proposto	01.. Ler e interpretar instruções do roteiro		07	-	-	
	02..Verificar, buscar e posicionar sobre a bancada de trabalho: equipamento e componentes necessários		07	-	-	
	03..Executar a montagem interligando componentes		07	-	-	
	04..Energizar o circuito montado		07	-	-	
	05..Constatar se circuito funciona		06	01	-	
	06..Se circuito não funciona, buscar defeitos interpretando erros cometidos		01	-	-	
	07..Simular valores de entrada e ler valores de saída do circuito		07	-	-	
	08..Coletar e organizar dados		07	-	-	
	09..Interpretar resultados obtidos, à luz de estudos teóricos		03	04	-	
	10..Desmontar o circuito, repondo equipamento e componentes aos seus lugares					07
	11..Outras atividades desempenhadas e não previstas					

Obs.: O item 6, respectivos aos dois ambientes, não apresenta a somatória de 7 equipes como nos demais itens. A não necessidade de execução desta atividade por algumas equipes é motivada pela obtenção do circuito já funcionando na primeira averiguação.

QUADRO DE RESULTADOS COMPARATIVOS EVIDENCIADOS NAS OBSERVAÇÕES INDEPENDENTES, FINAIS E NÃO SINCRONIZADAS COM AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS (No. EQUIPES)

TÓPICO: DECODIFICADORES
EXPERIÊNCIA: DECODIFICADOR BCD P/7 SEGMENTOS
EQUIPES OBSERVADAS: 07

CURSO: ELETRÔNICA
TURMA: 084201 - A/B
OBSERVADOR: MESTRANDO

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS OBSERVADAS	AMBIENTE					
	EXISTENTE			PROPOSTO		
	EVIDÊNCIA					
	SIM	PARTE	NÃO	SIM	PARTE	NÃO
01.. Houve interação entre componentes da equipe	07	--	--	07	--	--
02.. Tiveram dificuldades para operar o equipamento	--	02	05	--	--	07
03.. O equipamento apresentou defeitos /constantes manutenções	--	--	07	--	--	07
04.. Os procedimentos foram mecanicistas (autômatos)	--	04	03	--	--	07
05.. Revelou-se criatividade, novas formulações/enriquecimentos para novos experimentos	04	03	--	04	03	--
06.. O erro, se ocorreu, possibilitou um avanço no entendimento/interpretação do experimento	04	01	--	02	--	--
07.. Houve preocupação no uso adequado do equipamento	07	--	--	07	--	--
08.. Houve iniciativa, interesse e participação e manteve-se em todas as etapas do experimento	07	--	--	07	--	--
09.. Existiu preocupação com a organização lógica e seqüencial do experimento	07	--	--	07	--	--
10.. Houve necessidade de repetição parcial ou total do experimento, em face de dificuldades enfrentadas	01	02	04	--	02	05
11.. Perceberam aplicação prática para o experimento	06	01	--	05	02	--
12.. Houve necessidade de consulta em bibliografia complementar para efetivar o experimento	--	06	01	--	02	05
13.. Outras atividades desempenhadas e não previstas (montagem mais rápida)	--	--	07	07	--	--

Obs.: O item 6, respectivo aos dois ambientes, não apresenta a somatória de 7 equipes como nos demais itens. A não necessidade de execução desta atividade por algumas equipes é motivada pela obtenção do circuito funcionando já na primeira averiguação.

QUADRO DE RESULTADOS COMPARATIVOS EVIDENCIADOS NA FICHA DE OBSERVAÇÃO EXPERIMENTAL (No. EQUIPES)

**TÓPICO: DECODIFICADORES
EXPERIÊNCIA: SOMADOR DE 4 BITS
PERÍODO DE TEMPO PROPOSTO: 30 MINUTOS**

**CURSO: ELETRÔNICA
TURMA: 084201 - A/B
TOTAL DE EQUIPES OBSERVADAS: 07**

ATUAÇÃO	ATIVIDADES EXPERIMENTAIS OBSERVADAS	PERÍODOS CRONOLÓGICOS EVIDENCIADOS				
		INÍCIO 05 MIN	DESENVOLVIMENTO 20 MIN			FINAL 05 MIN
			SIM	PARCIAL	NÃO	
Professor	01..Apresentar estratégia metodológica	07				
	02..Explicar procedimentos experimentais	07				
Equipe no ambiente existente	01..Ler e interpretar instruções no roteiro	07	–	–		
	02.. Verificar, buscar e posicionar sobre a bancada de trabalho: equipamento e componentes necessários	06	01	–		
	03..Executar a montagem interligando componentes	07	–	–		
	04..Energizar o circuito montado	07	–	–		
	05..Constatar se circuito funciona	03	03	01		
	06..Se circuito não funciona, buscar defeitos interpretando os erros cometidos	04	01	02		
	07..Simular valores de entrada e ler valores de saída do circuito	07	–	–		
	08..Coletar e organizar dados	06	01	–		
	09..Interpretar resultados obtidos, à luz de estudos teóricos	03	02	01		
	10..Desmontar o circuito, repondo equipamento e componentes aos seus lugares					07
	11..Outras atividades desempenhadas e não previstas					
Equipe no ambiente proposto	01.. Ler e interpretar instruções do roteiro	06	–	–		
	02..Verificar, buscar e posicionar sobre a bancada de trabalho: equipamento e componentes necessários	06	–	–		
	03..Executar a montagem interligando componentes	06	–	–		
	04..Energizar o circuito montado	06	–	–		
	05..Constatar se circuito funciona	06	01	–		
	06..Se circuito não funciona, buscar defeitos interpretando erros cometidos	02	03	01		
	07..Simular valores de entrada e ler valores de saída do circuito	05	–	01		
	08..Coletar e organizar dados	05	–	01		
	09..Interpretar resultados obtidos, à luz de estudos teóricos	02	–	04		
	10..Desmontar o circuito, repondo equipamento e componentes aos seus lugares					06
	11..Outras atividades desempenhadas e não previstas					

Obs.: O número de equipes no ambiente proposto é menor porque uma das equipes, composta de apenas um aluno, incorporou-se a uma outra, em razão do tempo insuficiente para a experimentação, quando dispunha-se de um único equipamento protótipo.

QUADRO DE RESULTADOS COMPARATIVOS EVIDENCIADOS NAS OBSERVAÇÕES INDEPENDENTES, FINAIS E NÃO SINCRONIZADAS COM AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS (No. EQUIPES)

**TÓPICO: DECODIFICADORES
EXPERIÊNCIA: SOMADOR DE 4 BITS
EQUIPES OBSERVADAS: 06**

**CURSO: ELETRÔNICA
TURMA: 084201 - A/B
OBSERVADOR: ORIENTADOR**

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS OBSERVADAS	AMBIENTE					
	EXISTENTE			PROPOSTO		
	EVIDÊNCIA					
	SIM	PARTE	NÃO	SIM	PARTE	NÃO
01.. Houve interação entre componentes da equipe	03	01	01	05	01	--
02.. Tiveram dificuldades para operar o equipamento	01	03	01	01	03	02
03.. O equipamento apresentou defeitos /constantes manutenções	01	03	01	02	02	02
04.. Os procedimentos foram mecanicistas (autômatos)	--	01	04	--	--	06
05.. Revelou-se criatividade, novas formulações/enriquecimentos para novos experimentos	--	04	01	--	04	02
06.. O erro, se ocorreu, possibilitou um avanço no entendimento/interpretação do experimento	03	02	--	03	02	01
07.. Houve preocupação no uso adequado do equipamento	05	--	--	06	--	--
08.. Houve iniciativa, interesse e participação e manteve-se em todas as etapas do experimento	03	02	--	03	03	--
09.. Existiu preocupação com a organização lógica e seqüencial do experimento	04	01	--	06	--	--
10.. Houve necessidade de repetição parcial ou total do experimento, em face de dificuldades enfrentadas	02	01	02	02	01	03
11.. Perceberam aplicação prática para o experimento	05	--	--	06	--	--
12.. Houve necessidade de consulta em bibliografia complementar para efetivar o experimento	--	--	05	--	--	06
13.. Outras atividades desempenhadas e não previstas (montagem mais rápida)	--	--	--	--	--	--

Obs.: Uma das equipes, de apenas um aluno, incorporou-se à outra equipe na experimentação com o ambiente existente.

APÊNDICE 08

QUESTIONÁRIOS DE AVALIAÇÃO DOS AMBIENTES EXISTENTE E PROPOSTO COM MAPEAMENTO DOS RESULTADOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
 CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
 CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO
 LINHA DE INVESTIGAÇÃO: EDUCAÇÃO E CIÊNCIA

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO E RESULTADOS DO AMBIENTE LABORATORIAL EXISTENTE / PROPOSTO

EXPERIMENTO: DECODIFICADORES

Nota: Este trabalho faz parte da Dissertação de Mestrado em Educação na UFSC, do Professor Wilson B. Zapelini, orientado pelo Dr. José André Peres Angotti.

1. O manuseio do equipamento por você empregado tem se mostrado de difícil entendimento, não oportunizando sua autonomia e exigindo uma habilidade manual só encontrada nos mais experimentados?

Existente: (04)sim (09)não (02)em parte

Proposto : (--)sim (14)não (01)em parte

Opinião: _____

2. O equipamento utilizado necessita de ferramental de apoio e de instrumentos e outros equipamentos auxiliares, para a efetivação da experiência? Caso sua resposta tenha sido sim ou em parte, cite-os.

Existente: (02)sim (10)não (03)em parte

Proposto : (--)sim (15)não (--)em parte

Opinião: _____

3. O equipamento empregado tem necessitado de constantes manutenções? Se sua resposta for sim ou em parte, cite quais são os defeitos mais constantes.

Existente: (--)sim (10)não (04)em parte (01)brancos

Proposto : (--)sim (13)não (01)em parte (01)brancos

Opinião: _____

4. A operação de interligação dos componentes (fiação) tem sido de difícil execução, exigindo consultas frequentes, principalmente, aos manuais de pinagem de circuitos integrados?

Existente: (07)sim (05)não (03)em parte

Proposto : (--)sim (10)não (05)em parte

Opinião: _____

5. As experiências realizadas têm sido efetivadas e consideradas satisfatórias no seu produto ou resultado final?

Existente: (15)sim (--)não (--)em parte

Proposto : (15)sim (--)não (--)em parte

Opinião: _____

6. O procedimento experimental adotado em laboratório tem possibilitado maior clareza, objetividade e desembaraço nas montagens e testes, oportunizando um manuseio confiante dos componentes, ferramentas e equipamentos didáticos?

Existente: (11)sim (01)não (03)em parte

Proposto : (12)sim (--)não (02)em parte (01)brancos

Opinião: _____

7. Os seus erros cometidos, durante a realização de um experimento, têm sido encarados, tanto por seu professor como por você, como uma séria desatenção, inobservância ou não raciocínio suficiente na operação de montagem?

Existente: (04)sim (09)não (02)em parte

Proposto : (04)sim (09)não (01)em parte (01)brancos

Opinião: _____

8. O erro constatado numa montagem lhe possibilitou uma melhor compreensão do circuito?

Existente: (10)sim (03)não (02)em parte

Proposto : (11)sim (03)não (--)em parte (01)brancos

Opinião: _____

9. O número de componentes em sua equipe é considerado satisfatório para a realização dos

experimentos?

Existente: (14)sim (--)não (01)em parte

Proposto : (12)sim (--)não (01)em parte (02)brancos

Opinião: _____

*** População-alvo: 15 alunos da turma 084201 do Curso Técnico de Eletrônica.**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
 CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
 CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO
 LINHA DE INVESTIGAÇÃO: EDUCAÇÃO E CIÊNCIA

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO E RESULTADOS DO AMBIENTE LABORATORIAL EXISTENTE / PROPOSTO

EXPERIMENTO: CIRCUITOS ARITMÉTICOS

Nota: Este trabalho faz parte da Dissertação de Mestrado em Educação na UFSC, do Professor Wilson B. Zapelini, orientado pelo Dr. José André Peres Angotti.

1. O manuseio do equipamento por você empregado tem se mostrado de difícil entendimento, não oportunizando sua autonomia e exigindo uma habilidade manual só encontrada nos mais experimentados?

Existente: (01)sim (07)não (06)em parte

Proposto : (--)sim (10)não (04)em parte

Opinião: _____

2. O equipamento utilizado necessita de ferramental de apoio e de instrumentos e outros equipamentos auxiliares, para a efetivação da experiência? Caso sua resposta tenha sido sim ou em parte, cite-os.

Existente: (04)sim (09)não (01)em parte

Proposto : (--)sim (14)não (--)em parte

Opinião: _____

3. O equipamento empregado tem necessitado de constantes manutenções? Se sua resposta for sim ou em parte, cite quais são os defeitos mais constantes.

Existente: (--)sim (08)não (05)em parte (01)brancos

Proposto : (01)sim (08)não (04)em parte (01)brancos

Opinião: _____

4. A operação de interligação dos componentes (fiação) tem sido de difícil execução, exigindo consultas frequentes, principalmente, aos manuais de pinagem de circuitos integrados?

Existente: (07)sim (01)não (06)em parte

Proposto : (02)sim (11)não (01)em parte

Opinião: _____

5. As experiências realizadas têm sido efetivadas e consideradas satisfatórias no seu produto ou resultado final?

Existente: (13)sim (--nãõ (01)em parte

Proposto : (14)sim (--nãõ (--em parte

Opinião: _____

6. O procedimento experimental adotado em laboratório tem possibilitado maior clareza, objetividade e desembaraço nas montagens e testes, oportunizando um manuseio confiante dos componentes, ferramentas e equipamentos didáticos?

Existente: (11)sim (--nãõ (03)em parte

Proposto : (14)sim (--nãõ (--em parte

Opinião: _____

7. Os seus erros cometidos, durante a realização de um experimento, tem sido encarado, tanto por seu professor como por você, como uma séria desatenção, inobservância ou não raciocínio suficiente na operação de montagem?

Existente: (03)sim (05)nãõ (04)em parte (02)brancos

Proposto : (05)sim (06)nãõ (01)em parte (02)brancos

Opinião: _____

8. O erro constatado numa montagem lhe possibilitou uma melhor compreensão do circuito?

Existente: (08)sim (04)nãõ (01)em parte (01)brancos

Proposto : (10)sim (02)nãõ (02)em parte (01)brancos

Opinião: _____

9. O número de componentes em sua equipe é considerado satisfatório para a realização dos experimentos?

Existente: (13)sim (--)não (01)em parte

Proposto : (13)sim (--)não (01)em parte

Opinião: _____

*** População-alvo: 14 alunos da turma 084201 do Curso Técnico de Eletrônica.**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO
LINHA DE INVESTIGAÇÃO: EDUCAÇÃO E CIÊNCIA

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO FINAL E RESULTADOS DO AMBIENTE DE EXPERIMENTAÇÃO PROPOSTO

Nota: Este trabalho faz parte da Dissertação de Mestrado em Educação na UFSC, do Professor Wilson B. Zapelini, orientado pelo Dr. José André Peres Angotti.

1. A metodologia desenvolvida possibilitou a visualização e a interpretação da constante evolução do conhecimento científico e tecnológico?

(14)sim (--)--não (02)em parte

Opinião: _____

2. A metodologia desenvolvida possibilitou o vislumbre de aplicações e implicações dos circuitos analisados na futura profissão a ser exercida?

(14)sim (--)--não (02)em parte

Opinião: _____

3. Você conseguiu interligar os conteúdos vistos e associá-los vinculando ao tema central (calculadora eletrônica)?

(12)sim (--)--não (04)em parte

Opinião: _____

4. A metodologia empregada pelo professor facilitou o desenvolvimento de seu raciocínio e de sua lógica, isto é, possibilitou o ato de aprender pensando e com isso, o ato de pensar fazendo?

(10)sim (--)--não (06)em parte

Opinião: _____

5. Você considera que o aprendizado desta disciplina (Eletrônica Digital) será útil no seu desempenho profissional?

(16)sim (--)não (--)em parte

Opinião: _____

6. O número e a característica das experiências práticas realizadas de laboratório foram suficientes para o entendimento dos tópicos abordados?

(14)sim (--)não (02)em parte

Opinião: _____

7. Houve algum assunto de merecida importância que não foi abordado na disciplina e que deveria ser?

(01)sim (14)não (01)em parte (01)brancos

Opinião: _____

8. A maneira como o professor desenvolveu o programa curricular correspondeu ao que você esperava, contribuindo decididamente para a sua aprendizagem?

(15)sim (--)não (01)em parte

Opinião: _____

9. Os conteúdos teóricos e as experiências realizadas demonstraram um encadeamento e uma continuidade ?

(16)sim (--)não (--)em parte

Opinião: _____

10. Alguma vez foi realizada alguma experiência antes de se observar o assunto teórico correspondente?

(12)sim (03)não (01)em parte

Opinião: _____

11. Caso tenha respondido sim à pergunta anterior: a sistemática empregada pelo professor lhe trouxe dificuldade na compreensão do assunto teórico e prático? Caso tenha respondido não: você acha que essa sistemática lhe traria mais facilidade na sua aprendizagem?

(02)sim (10)não (04)em parte

Opinião: _____

*** População-alvo: 16 alunos da turma 084201 do Curso Técnico de Eletrônica.**

ANEXO 01**GRADES CURRICULARES DO CURSO TÉCNICO DE ELETRÔNICA**

GRADE CURRICULAR - CURSO TÉCNICO DE ELETRÔNICA

ÁREA DE EDUCAÇÃO GERAL

Matérias	Disciplinas	Carga Horária Semanal									
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	Total	
Português	Língua Portuguesa e Lit. Brasil.	04	04	03	03	03	02			19	285
Comunicação e Expressão	Língua Estrangeira - Inglês			02	02	02	02			08	120
	Educação Artística	02								02	30
Matemática	Educação Física	03	03	03	03	03	03			18	270
	Matemática	04	03	03	03	02	02			17	255
	Introdução à Informática	04								04	60
Ciências Físicas e Biológicas	Física	03	03	03	03					12	180
	Química	03	03							06	90
	Biologia - Programa de Saúde			02	02					04	60
Estudos Sociais	História				02	02				04	60
	Geografia		02	02						04	60
	EMC - OSPB						02			02	30
	Ensino Religioso	01								01	15
	Filosofia							02		02	30
	Sociologia							02		02	30
Organização e Normas	Organização e Normas					02				02	30
	Segurança e Higiene no Trabalho							02		02	30
Total I	17 Disciplinas	24	18	18	18	14	11	04	02	109	1635

GRADE CURRICULAR - CURSO TÉCNICO DE ELETRÔNICA

ÁREA DE FORMAÇÃO TÉCNICA

Matérias	Disciplinas	Carga Horária Semanal								Total	
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª		
Eletricidade	Eletricidade	04	04	04		03				14	210
	Electromagnetismo				03					03	45
	Máquinas Elétricas						03			03	45
Anál. Circuitos	Análise de Circuitos					03	03			06	90
Desenho	Desenho Técnico Eletrônico		04	04						08	120
Eletrônica	Eletrônica Geral		02	03	04	04	04			17	255
	Eletrônica Digital				03	04	04			11	165
	Eletrônica de Potência							04	04	08	120
	Eletrônica Analógica							05		05	75
Sistemas Eletrônicos	Projetos Eletrônicos							04	05	09	135
	Sistemas de Comunicação						03	03		06	90
	Sistemas Eletrônicos								04	04	60
	Manutenção Eletrônica								03	03	45
Automação Industrial	Microprocessadores							05		05	75
	Sistemas de Controle								03	03	45
	Automação Industrial								04	04	60
Total II	17 disciplinas	04	10	10	10	14	17	21	23	109	1635

GRADE CURRICULAR - CURSO TÉCNICO DE ELETRÔNICA

SOMATÓRIA DE CARGAS HORÁRIAS: FORMAÇÃO GERAL E FORMAÇÃO TÉCNICA

Somatória	Carga Horária Semestral									
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	Total	
Total I (17 disciplinas)	24	18	18	18	14	11	04	02	109	1635
Total II (17 disciplinas)	04	10	10	10	14	17	21	23	109	1635
Total I + Total II	28	28	28	28	28	28	25	25	218	3270
Estágio Profissionalizante							28	28	56	840
Total Geral	28	28	28	28	28	28	53	53	274	4110

ANEXO 02**CONTEÚDOS CURRICULARES DE ELETRÔNICA DIGITAL**

CONTEÚDOS CURRICULARES

ELETRÔNICA DIGITAL I

1. SISTEMAS DE NUMERAÇÃO

- Introdução - evolução do sistema de numeração decimal
- Sistemas de numeração: binário, octal e hexadecimal
 - . Conversão de um sistema para outro
 - . Números binários fracionários
- Operações aritméticas no sistema binário
 - . Adição, subtração, multiplicação e divisão
- Tendências para a binarização de tarefas

2. FUNÇÕES LÓGICAS - PORTAS LÓGICAS

- Evolução da lógica: de Aristóteles a Venn (Diagramas)
- Funções:
 - E, OU, NÃO (inversora), NÃO-E,*
 - NÃO-OU, OU-EXCLUSIVO,*
 - NÃO-OU-EXCLUSIVO*
- Equivalências entre blocos lógicos
- Interligações entre: tabela da verdade, expressão e circuito
- Resolução de problemas envolvendo situações lógicas
- Experimentos:
 - . Comprovação das funções das portas lógicas
 - . Implementação de circuitos envolvendo portas lógicas distintas
 - . Implementação das situações lógicas propostas

3. ÁLGEBRA DE BOOLE E SIMPLIFICAÇÃO DE CIRCUITOS LÓGICOS

- Considerações e análise da essência da lógica booleana
- Variáveis e expressões
- Postulados: complementação, adição e multiplicação

- Propriedades: comutativa, associativa e distributiva
- Teoremas de De Morgan
- Identidades auxiliares
- Diagramas de Veitch-Karnaugh
- Simplificação de expressões lógicas
- Lógicas: trivalente, modal, difusa (inteligência artificial e sistemas especialistas)
- Experimentos: implementação dos circuitos analisados

4. CODIFICADORES E DECODIFICADORES

- Códigos: binário, BCD 8421, excesso 3, Gray, 9876543210, Gray, 2 entre 5
- Diferenciação entre codificadores e decodificadores
- Projetos de codificadores e decodificadores
- Displays e sua evolução
- Experimentos: implementação dos circuitos analisados

5. CIRCUITOS ARITMÉTICOS

- Evolução dos instrumentos de resolução automática: ábaco, régua de cálculo, calculadora mecânica, calculadora eletrônica, etc
- Meio somador, somador completo
- Meio subtrator e subtrator completo
- Somador/subtrator completo
- Experimentos: implementação dos circuitos analisados
- Análise do uso da calculadora

CONTEÚDOS CURRICULARES

ELETRÔNICA DIGITAL II

1. FAMÍLIAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS DIGITAIS: TTL, CMOS E OUTRAS
 - Dissipação de potência
 - Velocidade
 - Níveis de tensão
 - Imunidade à ruídos
 - Fan-in e fan-out
2. INTRODUÇÃO À LÓGICA SEQUENCIAL
 - Diferenças com a lógica combinacional
 - Objetivos
3. FLIP-FLOPS
 - RS: básico, com clock, programável (preset e clear)
 - JK: simples, mestre-escravo, modificado (D e T)
4. REGISTRADORES DE DESLOCAMENTO
 - Conversores: paralelo-série e série-paralelo
 - Entrada série - saída paralela
 - Entrada paralela - saída série
 - Entrada e saída paralelas
 - Entrada e saída séries
 - RD como multiplicador e divisor
5. CONTADORES
 - Módulo de um contador
 - Tipos e comparativo entre contadores:
 - . Quanto à forma de operação

- . Quanto às seqüências realizáveis
- . Quanto à programação
- Contadores assíncronos
 - . Contador de pulsos - divisor de freqüência
 - . Contador de década
 - . Contador seqüencial
 - . Contador decrescente
 - . Contador crescente - decrescente
- Contadores síncronos
 - . Seqüência dos códigos: binário, BCD 8421, Gray, Johnson
 - . Contadores: anel, década, crescente-decrescente
- Contadores p/ circuitos temporizados
 - . Contador de 0 a 59
 - . Contador de 1 a 12
 - . Diagrama de blocos de um relógio digital
- Projeto e implementação de circuitos digitais:
 - . Freqüencímetro
 - . Tacômetro
 - . Temporizador (timer) programável
 - . Relógio
 - . Discador decádico para telefone
 - . Placar eletrônico
 - . Calculadora eletrônica

CONTEÚDOS CURRICULARES

ELETRÔNICA DIGITAL III

1. CIRCUITOS DE DECODIFICAÇÃO E SELEÇÃO, MULTIPLEX E MEMÓRIA

- Geradores de produtos canônicos: circuitos de seleção ou decodificação
- Geradores de produtos canônicos - circuitos básicos
- O gerador de produtos canônicos como um circuito de seleção
- Circuitos integrados práticos utilizados em circuitos de decodificação
- Expansão da capacidade de um circuito de decodificação
- Multiplex e demultiplex
- Introdução: o que é a multiplexação de sinais
- Exemplos de aplicação de multiplexação de sinais
- Princípio básico do multiplex: uma chave seletora
- Circuito básico de um multiplexador digital
- Exemplos: esquemas de multiplexadores diversos
- Expansão da capacidade de um multiplexador
- Circuitos integrados práticos para multiplexação
- Utilização do multiplex na geração de funções combinacionais
- Princípio básico do demultiplex: uma chave seletora
- Circuito básico de um demultiplexador digital
- Exemplos: esquemas de demultiplexadores diversos
- Expansão da capacidade de um demultiplexador
- Circuitos integrados práticos para demultiplexação

Memórias

- Introdução: o que são memórias digitais
- Conceitos básicos e classificação das memórias utilizadas para armazenamento de sinais
- Memórias de escrita e leitura (RAM)
- Circuito básico: a RAM a partir de um flip-flop SR (RAM 1 bit)

- Princípio de funcionamento e sinais de controle da RAM 1 bit
- Construção de uma RAM de maior capacidade: aumento da palavra (RAM 1 endereço x m bits)
- Construção de uma RAM de maior capacidade: decodificação para aumento no número de endereços (RAM N endereços x 1 bit)
- Capacidade e organização de uma memória - a RAM de N endereços x m bits
- A saída de três estados lógicos (tri-state) e sua aplicação em circuitos de memória RAM
- Memórias só de leitura (ROM)
- Circuito básico: a ROM N x 1 como um circuito combinacional
- Construção de uma ROM de maior capacidade: aumento da palavra (ROM 1 endereço x m bits)
- A saída de três estados lógicos (tri-state) e sua aplicação na expansão de memória ROM (blocos de memória)
- Memórias PROM, EPROM, EEPROM, etc
- Circuitos de memórias em computadores digitais
- Conceito básico: o microprocessador e o acesso à memória em sistemas básicos microprocessados - sinais de controle
- Circuitos integrados práticos para decodificação de memória
- Discussão do circuito de memória de um computador ou algum outro sistema microprocessado genérico

2. CONVERSORES DIGITAL/ANALÓGICO E ANALÓGICO/DIGITAL

Conceitos básicos

- Grandezas analógicas e grandezas digitais
- Grandezas discretas e grandezas contínuas
- Transdutores

Conversor digital/analógico (D/A)

- Circuito básico de conversor D/A: a rede ponderada de resistores
- Conversor D/A ponderado com amplificador operacional
- Conversor D/A do tipo rede R-2R
- Conversor D/A do tipo rede R-2R com amplificador operacional
- Conversores D/A para códigos binário e BCD-8421
- Conversores D/A para um código digital qualquer
- Discussão da folha de dados de um CI conversor D/A comercial

Exemplos de aplicação do conversor D/A

- Geradores de forma de onda

- Geração de caracteres em displays do tipo CRT

Conversor analógico/digital (A/D)

- Circuito básico: esquema e princípio de funcionamento
- Resolução do conversor A/D: conversores A/D para 8 ou mais bits
- Conversores A/D para códigos binário e BCD-8421
- Discussão da folha de dados de um CI conversor A/D comercial

Exemplos de aplicação de conversores A/D

- Voltímetro digital
- Princípio do osciloscópio digital
- Sistemas de aquisição e processamento digital de sinais