

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LABORATÓRIOS REMOTOS NO ENSINO:  
ESTUDO DE CASO DO LABORATÓRIO DE EXPERIMENTAÇÃO REMOTA PARA  
MICROCONTROLADORES 8051

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE  
MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FÁBIO RAFAEL SEGUNDO

Florianópolis, Outubro de 2000.

FÁBIO RAFAEL SEGUNDO

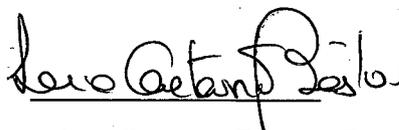
LABORATÓRIOS REMOTOS NO ENSINO:  
ESTUDO DE CASO DO LABORATÓRIO DE EXPERIMENTAÇÃO REMOTA PARA  
MICROCONTROLADORES 8051

Essa Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do grau de “Mestre em Engenharia”, especialidade em Mídia e Conhecimento – Ênfase em Sistemas de Informação, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção.



**Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph. D.**  
Coordenador

Banca Examinadora:

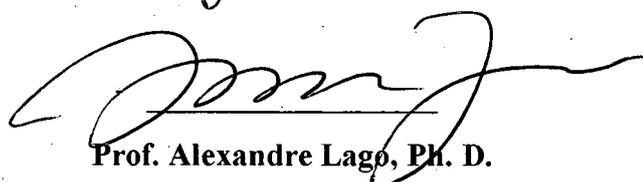


**Prof.a. Lia Caetano Bastos, Dra.**

Orientadora



**Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.**



**Prof. Alexandre Lago, Ph. D.**

## Sumário

<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>III</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>VI</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b> .....	<b>VII</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>IX</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>X</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XI</b>
<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 - APRESENTAÇÃO DO TEMA .....	12
1.2 - JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA .....	12
1.3 - OBJETIVOS.....	13
1.4 - LIMITAÇÕES.....	13
1.5 - ESTRUTURA .....	14
<b>CAPÍTULO 2 - INFORMÁTICA NO ENSINO</b> .....	<b>15</b>
2.1 - O ENSINO E AS NOVAS TECNOLOGIAS.....	15
2.1.1 - Dificuldades para a aplicação de novas tecnologias .....	17
2.1.2 - Sistemas de Apoio ao Ensino por Computador .....	18
2.2 - REDES DE COMPUTADORES .....	20

2.3 - A INTERNET.....	22
2.3.1 - Serviços da Internet.....	23
2.3.2 - Ensino pela Internet.....	25
2.4 - AMBIENTES VIRTUAIS DE ENSINO.....	27
2.4.1 - Realidade Virtual.....	27
2.4.2 - Realidade Virtual na Educação.....	30
2.4.3 - Experimentos Reais, Virtuais e Simulados.....	32
2.5 - LABORATÓRIOS REMOTOS.....	33
<b>CAPÍTULO 3 - ENSINO DE MICROCONTROLADORES.....</b>	<b>38</b>
3.1 - MICROCONTROLADORES.....	38
3.2 - O MICROCONTROLADOR 8051.....	41
3.2.1 - Aplicações para os Microcontroladores.....	43
3.2.2 - Programação de Microcontroladores.....	45
3.2.3 - Transferência de Programas para o 8051.....	48
3.3 - ENSINO TRADICIONAL DE MICROCONTROLADORES.....	49
3.4 - O REXLAB.....	50
3.4.1 - Uso do REXLab.....	52
3.4.2 - Vantagens do Uso do REXLab.....	55
3.4.3 - O REXLab como Ferramenta para o Ensino.....	55
<b>CAPÍTULO 4 - ENSAIO DO USO DO REXLAB.....</b>	<b>57</b>
4.1 - O ENSAIO.....	57
4.1.1 - Objeto do ensaio.....	57
4.1.2 - Objetivo do ensaio.....	59
4.1.3 - Preparação do ensaio.....	59
4.2 - ANÁLISE DOS RESULTADOS DO ENSAIO.....	61
4.2.1 - Desempenho.....	61
4.2.2 - Fixação da Aprendizagem.....	62
4.2.3 - Tendências.....	64
4.2.4 - Custo.....	64
4.2.5 - Outros Aspectos Observados.....	65
4.2.5.1 - Motivação.....	65
4.2.5.2 - Utilização.....	66
4.2.5.3 - Necessidade de Melhorias.....	66
4.3 - AVALIAÇÃO DO USO.....	66

4.3.1 - Análise Sobre o Uso .....	67
<b>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>69</b>
5.1 - CONCLUSÕES .....	69
5.2 - RECOMENDAÇÕES .....	70
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>73</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>80</b>
ANEXO 1 - INSTRUMENTOS E TÉCNICAS DE APLICAÇÃO DA INTERNET EM AULAS .....	81
ANEXO 2 - DIAGRAMA DE BLOCO DO MICROCONTROLADOR DS87C520.....	82
ANEXO 3 - CONJUNTO RESUMIDO DE INSTRUÇÕES DO 8051 .....	83
ANEXO 4 - RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO USO DO REXLAB .....	84
ANEXO 5 – QUESTIONÁRIOS DE AVALIAÇÃO DO APRENDIZADO DE MICROCONTROLADORES.....	85
ANEXO 6 - RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO APRENDIZADO DE MICRONTROLADORES .....	87
ANEXO 7 – RESULTADOS SOBRE O NÍVEL DE DIFICULDADE E FERRAMENTA QUE MAIS AJUDOU NO ENSINO .....	89
ANEXO 8 –E-MAILS DA CONSULTA DE PREÇO DOS SIMULADORES.....	90

## Lista de Figuras

FIGURA 2.1 - LABORATÓRIO REMOTO PARA TESTES DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS. ....	35
FIGURA 2.2 - BRAÇO MECÂNICO QUE PODE SER CONTROLADO VIA INTERNET. ....	36
FIGURA 2.3 - TELESCÓPIO ROBÓTICO DO OBSERVATÓRIO DE BRADFORD. ....	36
FIGURA 3.1 - DIAGRAMA DE BLOCOS DE UM CHIP DE UM MICROCONTROLADOR GENÉRICO. ....	39
FIGURA 3.2 - DS87C520, MICROCONTROLADOR DA FAMÍLIA 8051. ....	42
FIGURA 3.3 - EXEMPLO DE APLICAÇÃO DE MICROCONTROLADORES PARA AUTOMAÇÃO DE FORNOS. .....	45
FIGURA 3.4 - ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DO REXLAB. ....	51
FIGURA 3.5 - TELA DO REXLAB-CLIENTE PARA O MICROCONTROLADOR 8051. ....	53
FIGURA 3.6 - IMAGEM EXIBIDA PELA CÂMERA DO REXLAB. ....	54
FIGURA 5.1 - MELHORIAS NO REXLAB – ACESSO VIA WEB E CONCORRENTE. ....	71

## Lista de Gráficos

GRÁFICO 4.1 - PONTUAÇÃO DOS ALUNOS NAS AVALIAÇÕES. ....	61
GRÁFICO 4.2 - TEMPO GASTO PARA A REALIZAÇÃO DAS AVALIAÇÕES. ....	62
GRÁFICO 4.3 - RESPOSTAS DOS ALUNOS QUANTO AO NÍVEL DE DIFICULDADE DAS AVALIAÇÕES. ...	63
GRÁFICO 4.4 - PONTUAÇÃO DOS ALUNOS POR ASSUNTO. ....	64
GRÁFICO 4.5 - PERCENTUAL DE AUXÍLIO DO REXLAB NA OPINIÃO DOS ALUNOS.....	68

## Lista de Tabelas

TABELA 3.1 - PROGRAMA EM LINGUAGEM ASSEMBLY E EM C.....	47
TABELA 3.2 - EXEMPLO DE PROGRAMA QUE RESPEITA AS REGRAS DE SUBMISSÃO AO REXLAB....	52
TABELA 3.3 - PROBLEMAS AO CONECTAR O REXLAB SERVIDOR E SOLUÇÕES.....	53
TABELA 4.1 - VALORES ATRIBUÍDOS AS QUESTÕES DA AVALIAÇÃO.....	60
TABELA 4.2 - VALORES OBTIDOS NO TESTE T DA PONTUAÇÃO.....	61
TABELA 4.3 - VALORES OBTIDOS NO TESTE T DO TEMPO PARA REALIZAÇÃO DA AVALIAÇÃO.....	63
TABELA 4.4 - PREÇOS DAS LICENÇAS DE USO DOS PROGRAMAS SIMULADORES. ....	65

## Agradecimentos

A Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí, ao Programa de Pós-graduação da Universidade Federal de Santa Catarina e à Fundação de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, pela oportunidade de realização do mestrado.

A minha orientadora, Professora Lia Caetano Bastos, pela orientação e por ter acreditado, estimulado e confiado nas minhas idéias.

Ao Professor Miguel Wisintainer, pelo companheirismo e a ajuda indispensável para a realização desta dissertação.

Aos Professores Arthur Alexandre Hackbarth Neto, João Bosco da Mota Alves, José Roque Voltolini da Silva, Paulo de Tarso Mendes Luna, Roberto Heinzle, Rogério Cid Bastos e Sérgio Stringari, que me incentivaram e me ajudaram.

A todos colegas da Universidade Regional de Blumenau que direta ou indiretamente contribuíram com esta dissertação e participaram de minha vida acadêmica e profissional.

Aos meus pais, Nilton e Lourdes, meus irmãos Fúlvio e Édio, e amigos pela compreensão e apoio, minha gratidão.

Aos meus padrinhos Armando e Alzira, e seus filhos, que sempre me acolheram bem muitas vezes que fui a Florianópolis e por estarem sempre presentes.

A minha namorada e companheira Lidiane, por ter sido incentivadora e companheira. Por existir em minha vida e estar comigo em tudo.

A Deus, mestre maior, por ter me colocado frente a esse desafio e por ter me dado a maior de todas as armas para enfrenta-lo, a fé, a esperança e o amor.

## Resumo

Os Laboratório de Experimentação Remota tem se apresentado como uma ferramenta de grande aplicabilidade no ensino, e por este motivo o seu potencial de uso nesta área tornou-se alvo de estudo.

Este trabalho analisa, a partir do estudo do ensino de microcontroladores, o uso de ambientes virtuais. Em específico, o estudo aplica-se ao Laboratório de Experimentação Remota com o Microcontrolador 8051, conhecido como RExLab. Esse laboratório pode ser utilizado nas disciplinas de eletrônica e arquitetura de computadores, entre outras que necessitem do uso da programação de microcontroladores/processadores e o entendimento do funcionamento dos mesmos.

Uma análise comparativa é realizada entre o ensino tradicional e o ensino com o uso do RExLab. A partir desta análise são identificados pontos que devem ser explorados em ambientes virtuais de ensino e que conduzem, como pretendido, a uma melhor performance do estudante.

## **Abstract**

The Remote Experimentation Laboratory has presented itself as a tool with great applicability in learning. Its potential use in this area thus made it the object under study.

This work analyzes, beginning with the study of the teaching of microcontrollers, their use in virtual environments. Specifically, study is applied to the Remote Experimentation Laboratory, with Microcontroller 8051, known as RExLab. This laboratory can be used in electronics disciplines and computer architecture; among others that require both the use of microcontrollers/processors programming and understanding of their function.

A comparative analysis is made between traditional education and education with the use of the RExLab. Through this analysis, points that must be explored in virtual environments of education are identified and that they can lead, as intended, to a better performance by the student.

# **Capítulo 1 - Introdução**

## **1.1 - Apresentação do Tema**

Cada vez mais o avanço tecnológico traz novas possibilidades para o processo de ensino e aprendizagem. Os avanços na área da comunicação através do uso de computadores estão contribuindo para disponibilizar recursos modernos e poderosos que, além de auxiliar nas atividades científicas e comerciais, também podem ter muita aplicação na área de ensino.

Muitas vezes, algumas iniciativas didáticas apoiadas no uso de recursos informatizados, tais como as redes de computadores, são deixadas de lado pela falta de informações sobre a tecnologia existente e pelo pouco conhecimento sobre sua utilização. A adequação de um recurso para a utilização no ensino, pode ser um fator decisivo para a aceitação do mesmo como uma ferramenta de ensino.

Um recurso que pode ser usado pelo professor, através das redes de computadores, são os Laboratórios de Experimentação Remota (Alves, 1998). A aplicação destes laboratórios podem trazer melhorias no processo de ensino e aprendizagem (Wisintainer, 1999). Para tanto, é necessário saber como eles devem ser estruturados, desenvolvidos e ambientados para o ensino. Evidentemente, o que se pode implantar objetivando melhorias dessas ferramentas é, sem dúvida, campo para novas e continuadas pesquisas.

## **1.2 - Justificativa e Importância**

O estudo de uma ferramenta de apoio ao ensino pode trazer novas oportunidades para os alunos. Ambientes tradicionais podem apresentar dificuldades ao corpo docente. Entre as dificuldades destacam-se:

- a falta de interação prática com os exemplos abordados teoricamente;
- a falta de uma apresentação mais adequada dos conteúdos e exercícios de aula;
- a indisponibilidade local de equipamentos de laboratório para fazer as experimentações;
- custos associados;
- a impossibilidade de deslocamento dos alunos até o laboratório;

Ambientes virtuais, como o Laboratório de Experimentação Remota (RExLab), são uma alternativa para ultrapassar algumas dessas dificuldades. A inclusão dessas novas tecnologias no ensino podem produzir o aumento do rendimento escolar bem como despertar um maior interesse dos alunos por conteúdos específicos.

### **1.3 - Objetivos**

Esse trabalho tem por objetivo geral avaliar a utilização de Laboratórios Laboratórios de Experimentação Remota (RExLab) no ensino.

São objetivos específicos:

- 1) Estudar o uso do RExLab em sala de aula;
- 2) Verificar a viabilidade de uso do RExLab comparando-o com outros ambientes de ensino;
- 3) Apontar melhorias no RExLab;
- 4) Identificar aspectos deficientes em ambientes virtuais de ensino.

### **1.4 - Limitações**

Neste trabalho, estuda-se apenas a aplicação do Laboratório Remoto para disciplinas que abordam assuntos sobre microcontroladores. Embora esta ferramenta também possa ser utilizada em disciplinas que envolvam o estudo de programação de baixo nível e o entendimento da arquitetura dos computadores, a análise de usabilidade fica restrita ao assunto mencionado.

---

O RExLab, no seu estado atual, permite a realização de experimentação apenas em microcontroladores. Com a adaptação de dispositivos específicos, seu uso pode ser expandido para outros tipos de experimentação, tais como, misturas químicas ou editoração de vídeos.

## **1.5 - Estrutura**

Este trabalho encontra-se organizado em cinco capítulos.

O capítulo 1 trata do escopo, objetivos, justificativa, importância e as limitações do trabalho.

O capítulo 2 contém uma revisão do uso educacional de tecnologias como redes de computadores, Internet, ambientes virtuais de ensino e laboratórios remotos.

No capítulo 3 é apresentado o ambiente RExLab. Para uma melhor compreensão são apresentados conceitos sobre microcontroladores, em especial o microcontrolador 8051. Formas de ensino de microcontroladores também são abordadas neste capítulo.

O capítulo 4 apresenta o estudo e análise do uso do ambiente RExLab em aula.

Finalmente, no capítulo 5 tem-se as conclusões e recomendações para trabalhos futuros. A bibliografia é apresentada após este capítulo.

## Capítulo 2 - Informática no Ensino

### 2.1 - O Ensino e as Novas Tecnologias

O emprego de novas tecnologias em programas de educação é capaz de propiciar ambientes de aprendizagem inovadores, estimulantes e eficientes. Além disso, as tecnologias modernas permitem uma definição pedagógica da educação, na medida em que se ampliam as possibilidades de conectividade e interatividade (Abreu, 1998).

Segundo Zilli (1997), os recursos tecnológicos estão mudando os meios de aprendizado e conseqüentemente a forma com que o conhecimento é obtido pelos alunos e até pelos educadores.

O que fascina nas novas tecnologias à disposição, como por exemplo nos sistemas que funcionam com a tecnologia de hipermídia e redes de computadores, não é o fato de que pode-se ensinar a distância com o auxílio delas (Chaves, 1999):

*“é que elas nos permitem criar ambientes ricos em possibilidades de aprendizagem em que pessoas interessadas e motivadas podem aprender muita coisa. A aprendizagem, neste caso, é mediada somente pela tecnologia.”*

Chaves (1999) propõe que as principais categorias em que se pode classificar o uso da tecnologia na educação são:

- Em apoio ao ensino presencial;
- Em apoio ao ensino a distância;
- Em apoio à autoaprendizagem.

Como já se é percebido, a tecnologia da hipermídia deve ser utilizada, na medida do

possível, de maneira produtiva nessa tarefa tão nobre que é o processo de ensino-aprendizagem, com didática e metodologia apropriadas, pois tais recursos tornam essa área muito mais atraente, possibilitando, com isso, um rendimento bem maior nesse campo, facilitando em muito essa tarefa pelas opções de combinações que oferecem para a transmissão de idéias. (Machado, 1997)

Sabe-se que textos, imagens, sons e movimentos, quando convenientemente combinados entre si, causam impressões favoráveis ao entendimento do que se quer transmitir, e a área de ensino-aprendizagem não pode deixar de utilizar esses recursos tão significativos para essa finalidade, tornando-se ferramentas fantásticas para esse tipo de comunicação até mesmo à distância. Deve-se também entender que, com uma boa dose de criatividade por parte dos educadores, pode-se, com o uso dessas ferramentas, recuperar todo o interesse dos educandos para as disciplinas curriculares, muitas vezes tomados como coisas desagradáveis pelos mesmos. (Machado, 1997)

Quando alguém usa os recursos disponíveis na Internet para aprender de forma explorativa, automotivada, ele usa materiais de natureza a mais diversa, preparados e disponibilizados em momentos e contextos os mais variados, não raro sem nenhuma intenção didática, numa ordem totalmente imprevisível e, portanto, não planejada, e num ritmo próprio, regulado apenas pelo desejo de aprender e pela capacidade de assimilar e digerir o que se encontra pela frente. Por isso, Chaves (1999) não acha viável chamar essa experiência de ensino a distância, como se fosse a Internet que ensinasse, ou como se fossem as pessoas que estão por trás dos materiais que ensinassem. Trata-se de aprendizagem mediada pela tecnologia, aprendizagem não decorrente do ensino, autoaprendizagem.

O paradigma da hipermídia educacional está sendo considerado como uma tecnologia promissora, que poderá trazer novas possibilidades ao processo de ensino-aprendizagem de matérias curriculares por fornecer um ambiente que favorece a criatividade e a exploração pelos alunos e professores. A Educação centrada nesse ambiente permite adequar situações de aprendizagem a uma prática pedagógica que venha estimular a construção do conhecimento, visando a formação de um cidadão criativo e capaz de tomar suas próprias decisões. (Machado, 1997).

Principalmente após a difusão do uso da Internet, cada vez mais alunos tem acesso aos bancos de dados de informações e sistemas espalhados pela rede, e isso tudo está gerando mudanças nas formas de educação.

### 2.1.1 - Dificuldades para a aplicação de novas tecnologias

Apesar do entusiasmo em relação às inovações aplicadas na área da educação, tais como os novos meios de comunicação, segundo Hiltz (1995), cada meio de comunicação tem suas vantagens e desvantagens, e isto parece estar mais relacionado ao uso educacional de uma mídia em particular, do que as suas próprias características.

As inovações tecnológicas podem não ser facilmente inseridas no meio acadêmico. Vários aspectos podem inviabilizar a utilização de novos recursos. Segundo Weininger (1998), um fator decisivo que contribui, indiretamente, para a má utilização e subutilização das novas tecnologias é o despreparo do corpo docente.

Com a inserção de recursos tecnológicos o processo de ensino-aprendizagem pode ganhar dinamismo, inovação e poder de comunicação inusitados. Entretanto isto apenas ocorrerá com qualidade se o educador estiver afinado com o seu tempo, o que significa uma obrigação dos educadores em geral de conhecer e de se apropriar nas novas tecnologias de apoio pedagógico (Zilli, 1997).

De uma forma geral os educadores não foram e não estão preparados para tal. Num mundo com mudanças tão aceleradas, a desatualização acontece de forma muito rápida. Pesquisas em vários lugares do mundo estimam que mais ou menos em dois anos após a conclusão de um curso universitário, qualquer profissional já está desatualizado. Essa mesma agilidade nos permite afirmar que a grande maioria dos educadores não tiveram a oportunidade de conhecer as já referidas tecnologias.

Portanto, é importante, privilegiar a discussão metodológica em torno destes recursos. Ocorre, porém, que a literatura teórica na área de educação, muitas vezes, discute os seus assuntos em níveis de abstração muito distantes da realidade cotidiana do ensino ou está mais empenhada em cruzadas ideológicas do que preocupada com formas de fornecer referencial adequado para o professor que dele urgentemente precisa para resolver estas questões na prática. (Weininger, 1998)

A solução para essa questão está na possibilidade do uso das novas tecnologias de comunicação para aperfeiçoar os educadores. Avalia-se que essas tecnologias podem ser utilizadas para a educação, não só no que diz respeito a seu uso, mas no sentido amplo de educação permanente. Em outras palavras, programas de educação permanente no sentido de

atualizar os educadores com as descobertas das várias ciências que podem contribuir para a sua ação docente. Tais programas podem ser realizados por instituições privadas, pelas universidades ou pelo poder público. O que parece essencial é que sejam uma realidade (Paldês, 1999).

É preciso identificar exatamente o que se deseja, de modo que se possa buscar nas tecnologias informatizadas o que realmente elas podem oferecer como contribuição à educação. Além disso, a importância de saber aproveitar estas tecnologias de maneira correta aponta a necessidade de uma avaliação sobre como adequar determinados recursos a educação (Zilli, 1997; Paldês, 1999).

### 2.1.2 - Sistemas de Apoio ao Ensino por Computador

Seabra (1994) classifica os sistemas educativos que utilizam o computador como ferramenta didática, em sete subdivisões segundo os seus objetivos pedagógicos:

- Exercitação – estes programas são destinados a treinar certa habilidade, como uma língua estrangeira, resolução de problemas matemáticos, etc.
- Tutoriais – transmitem informações de modo pedagogicamente organizado como se fossem um livro interativo ou um professor virtual.
- Aplicativos – são programas comuns (editores de texto, planilhas, etc) que, se bem utilizadas, podem servir como ferramentas educacionais. Por exemplo: planilhas são excelentes ferramentas para o ensino de estatística.
- Linguagens de programação – em um nível ainda mais profundo do que os aplicativos, as linguagens de programação de propósito geral (Pascal, Basic, ML, etc.) proporcionam um ambiente cognitivo muito interessante.
- *Softwares* de autoria – estes programas especiais permitem a criação de protótipos de programa à partir de um ambiente gráfico intuitivo. Estes programas dispensam a formação em programação por parte do usuário e oferecem ricas possibilidades multisensoriais com recursos de multimídia, mas são cognitivamente menos ricas do que as linguagens de programação.
- Simulações – as simulações permitem que a experiência acadêmica se estenda para situações muito difíceis, perigosas ou até impossíveis de serem vivenciadas na realidade.

- Jogos – alguns jogos podem ser utilizados com fins pedagógicos capazes de exercitar o raciocínio do educando.

Acredita-se que as simulações e os jogos podem tranquilamente fazer parte dos tutoriais pois, este tem uma conotação bem mais ampla do que aqui apresentado.

Segundo Abreu (1998), estes sistemas educativos evidenciam algumas práticas pedagógicas, tais como:

- O reforço dos conteúdos já ensinados em sala de aula, possibilitando ao aluno a revisão da matéria informada pelo professor;
- Na ajuda ao aluno para manter, aumentar e automatizar habilidades básicas, melhorando o seu desempenho;
- Na substituição do professor no ensino de informações fatuais, discriminações simples e em simples aplicações de regras, permitindo que o aluno siga o seu próprio ritmo;
- No uso lúdico como forma de reforçar habilidades, conceitos e informações já ensinadas.

Os sistemas educacionais por computador podem ser interativos, onde os alunos possam construir o seu próprio conhecimento através da interação com algum objeto de estudo. Para a criação de ambientes de aprendizagem deste tipo são adotadas algumas práticas pedagógicas (Abreu, 1998):

- Não fornecer diretamente o conteúdo ao aluno;
- Enfatizar a descoberta, a atividade, a exploração;
- Centrar na capacidade de autogestão e motivação do aluno;
- Promover a troca e as experiências grupais;
- Compreender o erro como etapa do processo de pensar e como fonte para novas elaborações;
- Considerar o papel do professor como facilitador da aprendizagem, com função de propor desequilíbrios cognitivos;

Quanto ao uso do computador e dos *softwares* educacionais para auxiliar estes ambientes de aprendizagem, pode-se categorizar dois níveis:

- 1) Individualizados: sistemas que possibilitem o desenvolvimento de habilidades cognitivas, como coleta de informações, análise e síntese. Fazem parte deste nível e sistemas: os simuladores, os jogos, as linguagens de programação, bancos de dados, planilhas, editores gráficos e de texto, e outros do gênero;
- 2) Compartilhado: ferramentas que apoiam o trabalho cooperativo. Fazem parte deste nível sistemas como hipertextos e hipermídia, editores cooperativos de texto e gráficos, correio eletrônico, salas de aulas eletrônicas, alguns outros recursos da Internet.

As possibilidades de ensino através dos meios informatizados é incrementada quando torna-se possível a interação com outros participantes, que podem trocar experiências, e disponibilizar um conteúdo maior de informações. Para tanto pode-se integrar os sistemas educativos acima descritos com o potencial de comunicação das redes de computadores, tornando possível a distribuição e o compartilhamento das informações utilizadas para o ensino.

## **2.2 - Redes de Computadores**

A evolução tecnológica tornou o custo dos computadores mais baratos e deste modo permitiu a aquisição de diversos módulos responsáveis por funções específicas dentro de uma organização. Estes módulos não trocavam informações entre si, fazendo com que informações e os recursos de hardware tivessem que ser replicados em cada módulo para satisfazer as necessidades da organização. As redes de computadores surgiram da necessidade de interligar estes módulos para poder compartilhar as informações e os recursos de hardware instalados (Soares, 1995).

Segundo Soares (1995), as primeiras redes foram concebidas empiricamente, e somente nas décadas de 1970 e 1980, obteve-se conhecimento para viabilizar projetos sistemáticos.

A introdução do conceito de uma rede única, conforme Soares (1995), somente foi possível por causa da evolução contínua da microeletrônica e da tecnologia de comunicações que possibilitou o emprego de sistemas de comunicação capazes de transportar dados a longa distância e em grande velocidades.

A tecnologia de redes de comunicação modifica profundamente o conceito de tempo e

espaço. É possível morar em um lugar isolado e estar sempre ligado aos grandes centros de pesquisa, às grandes bibliotecas, aos colegas de profissão e a inúmeros serviços, realizando boa parte do trabalho particular ou profissional sem sair de casa. São possibilidades reais que há pouco tempo seriam inimagináveis e que estabelecem novos elos, situações e serviços que dependerão da aceitação de cada um para funcionar efetivamente.

As redes de computadores podem ser classificadas quanto a sua abrangência, e mudam algumas características das aplicações que funcionam na rede, principalmente em relação a tecnologia que é aplicada e os tempos de resposta em cada nível de abrangência (Tanenbaum, 1996; Soares, 1995):

As Redes Locais (LAN – Local Area Network) – são redes que empregam uma tecnologia que suporta uma velocidade muito alta, principalmente porque estas redes funcionam em uma abrangência pequena, geralmente no espaço de uma sala, de um prédio ou de um campus. Torna-se mais viável a execução de aplicações que usam videoconferência, por permitir grande velocidade para o tráfego de sons e imagens.

As Redes Metropolitanas (MAN – Metropolitan Area Network) – são redes que utilizam equipamento de rede que suportam a comunicação entre organizações numa abrangência em torno dos perímetros urbanos por exemplo. Esta tecnologia permite uma boa velocidade, mas menor do que a da LAN.

As Redes de Longa Distância (WAN – Wide Area Network) – podem abranger países, continentes, podem interligar o mundo inteiro. Existe uma série de barreiras para conseguir bons tempos de resposta neste tipo de redes. A distância e integração entre os vários meios de comunicação existentes são os fatores que tornam difícil o incremento da velocidade nestas redes.

Outro fator é que as redes locais, na maioria das vezes, em razão do número de usuários, tem uma utilização muito menor do que em uma rede que tem um abrangência mundial, como no caso da Internet, o que faz aumentar o compartilhamento do canal de dados e consequentemente diminuir a velocidade de acesso as informações. Isso faz com que aplicações que necessitam de recursos gráficos, sons, e outros, tornem-se inviáveis. Essa dificuldade de acesso aumenta se as informações da aplicação necessitarem ser buscadas na rede em tempo real (*on-line*) (Tanenbaum, 1996; Soares, 1995).

As redes informatizadas permitiram o compartilhamento de recursos e acesso a locais distantes, contribuindo na educação. De uma forma geral, reduzem o confinamento na escola, tradicionalmente cercada por quatro paredes na sala de aula, e permitem o acesso de professores e estudantes a uma grande quantidade de informações relevantes. Esta abertura para o mundo resulta em estudantes companheiros de classe separados por milhares de quilômetros e facilita o trabalho cooperativo em projetos conjuntos, tem-se a possibilidade dos professores trocar informações elaboradas com outros professores. (Pablos, 1998)

As primeiras experiências educacionais com redes datam de muito tempo. Porém tem sido nos últimos anos a causa de tremendos impactos sociais com a popularização do uso da Internet, quando muitos educadores tiveram o primeiro acesso às redes de computadores e começaram a desenvolver iniciativas para utilizar este novo meio de comunicação em sua prática docente e no seu aperfeiçoamento profissional. As administrações educacionais tem compreendido o poder das redes informatizadas e estão providenciando de modo acelerado a interconexão dos centros educacionais em diferentes níveis (Pablos, 1998).

### **2.3 - A Internet**

Inicialmente, a rede de computadores que hoje é conhecida como Internet, foi concebida para o uso militar. Com medo do perigo nuclear, os cientistas criaram uma estrutura de acesso às informações não hierarquizada, sem uma central, para poder sobreviver a um ataque, caso parte da rede fosse destruída, o resto continuaria funcionando. A Internet não possui dono, não possui um centro de poder, contribuindo assim para os mais diferentes propósitos. (LaQuey, 1994)

A Internet é um grande agrupamento de redes interligadas que proporcionam contato, comunicação e um relacionamento de âmbito mundial entre diferentes grupos de computadores e por consequência entre pessoas. Ao ser implantada nas universidades e instituições de pesquisa, manteve-se o modelo não vertical, o que propiciou inúmeras formas de comunicação não previstas originalmente. Existe total liberdade de escolha onde ninguém impõe quais informações devem ou não ser acessadas (Tanenbaum, 1996; Soares, 1995).

Os computadores na Internet comunicam-se entre si enviando e recebendo pacotes de informações. Estes pacotes contêm porções de dados e informações especiais de controle e endereçamento necessárias para levá-los aos seus destinos e remontá-los em dados úteis, tudo

isso é realizado pelos *Transmission Control Protocol* e *Internet Protocol* (ou Protocolo de Controle de Transmissões e Protocolo da Internet), também conhecidos por TCP/IP, a linguagem comum da Internet.

A Internet vem sendo utilizada para pesquisa no mundo inteiro, mas agora existe também toda a sorte de negócios e formas de aplicação não propostas originalmente. A tecnologia basicamente é a mesma, mas hoje está mais acessível, com mais opções, mais mercado e mais pessoas envolvidas (Tanenbaum, 1996; Soares, 1995).

O ensino é uma das atividades que mais demanda utilização na Internet (Paldês, 1999).

### 2.3.1 - Serviços da Internet

A Internet utiliza a arquitetura de cliente e servidor, e tem todo o seu funcionamento baseado em serviços. Existem programas clientes que solicitam serviços em programas servidores, não importando qual a sua localização na rede. A Internet possui uma grande variedade de serviços, muitos são usados centenas de vezes e nem são percebidos. Podem ainda existir serviços proprietários, onde a forma de comunicação somente é conhecida pelos programas que os utilizam (Tanenbaum, 1996).

Dentre os muitos serviços atualmente implementados na Internet seguem abaixo alguns mais conhecidos e uma breve explicação (Tanenbaum, 1996; Soares, 1995; LaQuey, 1994):

- Correio Eletrônico (Electronic Mail ou E-Mail) - possibilita enviar mensagens e arquivos de um computador para outro que pode estar na mesma região ou no outro lado do planeta.
- Telnet - programa que faz com que um determinado computador acessado através da rede "pense" que seu computador (seja um Mac, um PC ou uma estação Unix) é um terminal remoto. Consultas a catálogos de bibliotecas, páginas de jornais, boletins meteorológicos e muitos outros serviços podem ser acessados desta forma. Normalmente requer que o usuário esteja cadastrado no computador remoto e disponha de uma senha de acesso.
- Finger - detecta o endereço eletrônico de um usuário, este serviço está restrito a alguns servidores Unix. Atualmente utiliza-se o sistema Whois que foi desenvolvido para coletar nomes e os endereços em toda a Internet em um único

computador. Usa-se o Telnet para a conexão ao servidor Whois e em seguida procurar um endereço;

- **FTP** (*File Transfer Protocol* ou Protocolo de Transferência de Arquivos) - sua tarefa principal é, como o nome já diz, mover arquivos de um computador para outro. Onde os dois computadores estão localizados, como estão conectados ou se usam ou não o mesmo sistema operacional não importa, basta que ambos "conversem" via protocolo FTP. Ex.: ftp.microsoft.com.
- **Listas de Discussão** (*Mailing List*) - são pessoas que partilham interesses comuns e são inclinadas a trocar idéias em cada oportunidade disponível. Uma lista de discussão é geralmente um endereço de E-Mail que redistribui todas as mensagens que lhe foram enviadas para os endereços das pessoas cadastradas naquela lista.
- **IRC** (*Internet Relay Channel*) - apoia conversas "on-line" através do teclado, podendo comunicar-se duas ou mais pessoas, agrupadas em canais. Os canais são como as salas de um grande prédio virtual onde os usuários se conectam segundo os interesses comuns (como #futebol por exemplo). Existem ao todo cerca de cinco mil canais disponíveis.
- **Talk** - estabelece a conversação entre dois usuários em tempo real. Será uma evolução do telefone como o conhecemos, pois os custos de ligações são bastante atraentes. Esse sistema é baseado nos programas instalados em dois computadores cujos usuários desejam manter uma conversação. O som é digitalizado através do microfone do emissor e reproduzido na placa de som (e caixas acústicas) do receptor. Exemplos de tais programas: Internet phone e Web talk.
- **WWW** (*World Wide Web*) - A WWW, ou simplesmente Web, permite o acesso a informações espalhadas pelo mundo em diferentes servidores. Ela é baseada em uma tecnologia chamada hipermídia. A Web é a responsável pela popularização da Internet por possuir uma interface atraente, permite a manipulação de multimídia e, mais importante, consegue integrar-se com quase todos os serviços descritos acima. Atualmente muitos programas de realidade virtual na Internet utilizam a Web.

O poder de comunicação do serviço de Web tornou possível uma nova forma de ensino, baseada em textos, imagens e sons, que estão disponíveis a todos a qualquer momento.

### 2.3.2 - Ensino pela Internet

A Internet já está sendo utilizada por milhões de pessoas, sendo que a maior parte dessas pessoas são profissionais da educação e estudantes de quase todos os níveis educacionais. Estes dados são importantes por que para esse grande número de pessoas a Internet se torna uma ferramenta imprescindível. (Zilli, 1997)

Atualmente existem servidores de informações relevantes para educação onde constituem-se comunidades virtuais de professores de diversas disciplinas, que trocam idéias e experiências e a rede se enriquece com o aparecimento constante de recursos de interesse educativo.

Neste contexto, a Internet é mais um recurso didático que se pode dispor, podendo funcionar como um fórum para discussão de temas específicos, desenvolvendo habilidades de pensamento, suas estruturas lógicas e a capacidade de comunicação dos alunos. Com esta tecnologia da informação, consegue-se alcançar inúmeros pontos do globo, encurtando-se as barreiras físicas e culturais.

A rede é considerada uma grande biblioteca digital que, além de compartilhar fontes de informações, pode preservar e organizar idéias ou trabalhos de diversas áreas do conhecimento, guardando-os e os tornando acessíveis ao público. A Internet disponibiliza um amplo acervo que pode ser facilmente manipulado visando enriquecer os processos educativos, apoiando tanto a educação formal quanto a informal.

Os professores utilizam os recursos de informação e as ferramentas de comunicação para o seu aperfeiçoamento profissional e formação permanente. Para atualização profissional podem-se acessar cursos a distância via computador e receber materiais escritos e audiovisuais pela Internet. Começa-se a utilizar a videoconferência na rede, que possibilita a várias pessoas geograficamente distantes, comunicarem-se, verem-se, trabalhar juntas, trocar informações, aprender e ensinar através de imagens captadas e transmitidas em tempo real. (Paldês, 1999)

A Internet, como uma inovação tecnológica bem sucedida, modifica os padrões de lidar com a realidade de ensino anterior e muda o patamar de exigências da manipulação do ensino. Uma mudança significativa, que se acentuou nos últimos anos foi a necessidade da comunicação através de sons, imagens e textos, integrando mensagens, o que resultou na tecnologia multimídia através das redes de computadores, que apesar de não oferecer ainda uma velocidade

de resposta e interação ideais, melhorou e ainda irá melhorar muito com os avanços tecnológicos.

Os resultados do emprego pedagógico da Internet ainda são escassos. Os custos financeiros dos investimentos em tecnologia são elevados e que existe uma considerável velocidade de obsolescência desses recursos. Portanto, é fundamental obter-se o máximo e imediato benefício dos investimentos realizados. Saber como obter resultados oportunos pode valer, a curto prazo, milhares de reais. A médio e a longo prazo, pode até comprometer a existência de uma instituição de ensino que lide com uma relação custo-benefício desvantajosa (Heckman, 1996).

O serviço de Web é muito usado principalmente pela sua abrangência. A Web oferece acesso a uma quantidade incrível de recursos para aprendizagem. Para os alunos que gostam de fazer explorações e de aprender por si mesmos, como autodidatas, encontram o ambiente ideal na Web.

Salinas (1996) classificou as experiências educativas possíveis pela Internet em:

- Redes de aulas ou círculo de aprendizagem;
- Sistemas de distribuição de cursos on-line (classe virtual ou eletrônica);
- Experiências de educação à distância e aprendizagem aberta;
- Experiências de aprendizagem informal.

As experiências educativas devem ser baseadas em projetos que integrem a Internet as atividades da classe. Um projeto é uma investigação aprofundada sobre um determinado tema. Os alunos podem ser reunidos em pequenos grupos para realizar as investigações, fazendo com que o aluno seja o responsável pela sua própria aprendizagem (Guerrero, 2000; Hiltz, 1993). As experiências educativas que utilizam a Internet podem ser classificadas em três categorias (Harris, 1996; Hiltz e Turoff, 1993):

- Intercâmbios interpessoais: baseia-se na troca de informações entre indivíduos, grupos, ou entre indivíduo e um grupo. Alguns serviços que encaixam-se nesta categoria são o correio eletrônico, a lista de discussão e as salas de conversação;
- Coleções de informação: baseia-se na disponibilização de informações através dos serviços na Internet. Estas informações geralmente estão em endereços específicos para serem acessados e podem estar em vários formatos de arquivos digitais, como

arquivos tipo texto, imagens, *home pages*, vídeos, sons, aplicativos e outros. Alguns serviços que funcionam nesta categoria são o FTP, o *Gopher* e a *Web*;

- Projetos de resolução colaborativas de problemas: baseia-se no envolvimento dos alunos com atividades de pesquisa, reunindo grupos de estudo, utilizando os serviços da Internet, para se comunicar e resolver determinados problemas. Os alunos podem aprender colaborativamente com suas próprias experiências.

O Anexo 1 mostra um diagrama de algumas ferramentas e técnicas baseadas nos serviços da Internet, que podem ser usadas para aproveitar o potencial da Internet para o ensino.

A Internet também é um palco muito apropriado para aplicação da realidade virtual. Nela participa-se de uma interação muito intensa entre o real e o virtual. Existe uma comunicação efetiva entre milhares de usuários de computadores e ao mesmo tempo essa comunicação é virtual, não sendo preciso sair de casa, da escola ou do escritório. Pessoas que não se conhecem e que talvez nunca se encontrem pessoalmente ou novamente, conversam entre si, trocam idéias, experiências, aprendizados (Paldês, 1999).

Com alguns avanços a Internet poderá oferecer ainda mais serviços que viabilizarão projetos mais ousados na área de ensino e conseqüentemente trará mudanças radicais no processo de ensino e aprendizado.

## **2.4 - Ambientes Virtuais de Ensino**

### **2.4.1 - Realidade Virtual**

Entende-se por Realidade Virtual (RV) como sendo um ambiente multimídia baseado em computador, altamente interativo, onde o usuário participa de um mundo "virtualmente real", através do computador. Num ambiente de realidade virtual, o usuário não parece estar diante da tela do computador, mas torna-se parte da ação na tela, dando a sensação de participação. (Sharbat, 1998)

RV também é definida como uma simulação de um mundo real ou imaginário gerada por computador. Ela pode ser apresentada em forma gráfica ou em formato de textos. Apresenta-

se na forma gráfica quando possui representações gráficas do mundo, como por exemplo a entrada em uma sala onde é possível ver vários objetos e até pegá-los. Na forma textual, é apresentada como uma descrição textual do mundo, como por exemplo, ao invés de ver os objetos ao entrar em uma sala, tem-se a descrição dos objetos, pessoas, da sala. Isto é o que ocorre nos Mundos Virtuais, onde os participantes podem reagir entre si dentro de cada mundo, criando sua própria realidade. (Pantelidis, 1993)

Várias são as definições de RV encontradas na literatura, muitas delas são criadas em função do trabalho que se está desenvolvendo. A RV geralmente é um ambiente multiparticipante, denominada de micromundo, possui som 3D, e o usuário é representado fisicamente no ambiente através de um *avatar*. A expressão *avatar* é amplamente utilizada para representar personagens em ambientes 3D.

Nos sistemas de RV a representação humana é um fator altamente relevante. A aparência estática não é muito convincente, os movimentos, as expressões e, mais importante ainda, as características humanas são cruciais.

Pode se dizer que o uso de *avatar* para representação pessoal revoluciona o seu uso, e juntamente com a representação dos objetos, conseguem representar todos os aspectos do mundo "real".

As ferramentas computacionais que manipulam, visualizam, exploram, interagem e modificam dados muito complexos na forma natural tornam possível a realidade virtual. O objetivo é tornar algo semelhante ao que aconteceria quando fosse aplicada uma ação sobre o dado real.

Os sistemas de RV possuem quatro características principais (Pinho, 1998):

- **Imersão:** ela impõe ao usuário a sensação de estar dentro do ambiente. Seus movimentos refletem-se dentro do ambiente através de diversos dispositivos, tais como o capacete, a luva, entre outros.
- **Interação:** é capacidade que o sistema de RV tem, de responder ao usuário. Esta interação depende da capacidade do computador para detectar as ações do usuário, da capacidade de modificar o mundo virtual com rapidez e da capacidade de como o sistema consegue gerar ações sobre os sentidos do usuário. Este último, a capacidade reativa do sistema, cabe verificar na análise de um ambiente de RV,

quais são os dispositivos que o usuário pode manipular e qual a gama de ações estes conseguem captar ou gerar sobre este usuário.

- Envolvimento: está ligado à capacidade que o sistema de RV possui de envolver o usuário em uma certa atividade. De todas as características citadas esta é o que está menos vinculado ao lado tecnológico, depende isto sim, da criatividade de quem projeta o ambiente. Um exemplo disto são os programas de multimídia, que muitas vezes não conseguem envolver o usuário por muito tempo.
- Grau de realismo: refere-se à qualidade da imagem, do som, do tempo de resposta, etc., ou seja, neste item avaliam-se todos os aspectos do ambiente pertinentes a quão real o sistema se apresenta.

Pandtelis (1996) diz que o uso da realidade virtual baseada em texto tem aplicações diferentes do que as baseadas em gráficos, e aconselha o uso deste último quando:

- a simulação pode ser usada;
- o ensino com coisas reais é perigoso, impossível ou inconveniente;
- o erro cometido pelo aprendiz usando algo real poderia ser desmotivador para o aprendiz, prejudicial ao ambiente, ou capaz de causar problemas no equipamento;
- um modelo de um ambiente irá ensinar ou treinar tão bem quanto com o equipamento real;
- a interação com o modelo é tão ou mais motivador do que interagir com algo real;
- as experiências compartilhadas de um grupo em um ambiente distribuído são importante;
- a experiência de criação em um ambiente ou modelo simulado é importante para o objetivo da aprendizagem;
- desenvolver ambientes e atividades em grupo, só for possível na forma de mundos gerados por computador;
- for necessário ensinar tarefas que envolvem habilidade manual ou movimentos físicos;
- o aprendizado se tornar mais interessante e lúdico;
- for necessário para dar à pessoas desabilitadas ou incapazes, a oportunidade de fazer experimentos e atividades que elas não poderiam fazer.

- a visualização da informação é necessária e a sua manipulação e reorganização usando símbolos gráficos pode ser também mais facilmente entendida;
- as situações de treinamento precisam ser feitas de acordo com a realidade, por exemplo nas experiências práticas sobre condições realísticas;
- se necessita tornar o imperceptível, perceptível - por exemplo, utilizar volumes sólidos para ilustrar colisão de idéias em um processo de grupo;

Mesmo aparentando ser uma tecnologia aplicável em uma grande variedades de situações, o uso da Realidade Virtual não é aconselhado quando (Pantelidis, 1996):

- não existe um substituto para o ensino ou treinamento com algo real;
- a interação presencial, com professores ou alunos, se fizer necessária;
- o uso de um ambiente virtual pode ser fisicamente ou emocionalmente prejudicial;
- o uso de um ambiente virtual pode resultar numa realidade perfeita - uma simulação tão convincente que alguns usuários poderiam confundir o modelo com a realidade;
- o custo estimado para sua implantação for tão caro, que não justifique o seu uso, considerando o aprendizado esperado.

Pode se afirmar que, a realidade virtual tem o potencial para modificar a forma como as pessoas aprendem, pois permite que o aprendiz explore ambientes, processos ou objetos, não através de livros, fotos, filmes, mas através da manipulação e análise virtual do próprio alvo de estudo. Isto leva o aprendiz ao próprio contexto do assunto a ser aprendido, e que receba a cada ação que fizer, uma realimentação deste contexto.

Com o aperfeiçoamento da realidade virtual, todas as situações possíveis poderão ser simuladas e a relação com os sentidos e com a intuição será aumentada, provocando com isso mais motivos de fascinação e alienação (Zilli, 1997; Paldês, 1999).

## 2.4.2 - Realidade Virtual na Educação

A RV tenta mostrar algo da realidade através de simulação para que seja possível obter conhecimento sobre aquilo que se esta experimentando. (Enciclopédia Britânica, 2000)

Segundo Sharbat (1998), a realidade virtual na educação pode ser definida como sendo um espaço que é disponibilizado através do uso do computador, que através do uso interativo de

mundos virtuais tridimensionais com vários usuários, e de aplicativos educacionais que interagem com o ambiente virtual, inserem sensorialmente os participantes para o aprendizado.

Pantelidis (1993) e Costa (1999) relacionaram diversos motivos para a aplicação da realidade virtual na educação. São eles:

- provém maior motivação nos usuários;
- possui um poder de ilustração para alguns processos e objetos muito maior do que outras mídias;
- permite tanto uma análise de muito perto quanto de muito longe para os objetos;
- permite que pessoas deficientes realizem tarefas que de outra forma não são possíveis;
- dá oportunidade para compreensão baseada em novas perspectivas;
- permite que o aprendiz desenvolva o trabalho no seu próprio ritmo;
- permite ao aprendiz proceder através de um experiência durante um período de tempo não fixado pelo período de aula regular;
- requer interação, encorajando a participação ativa do aprendiz.

O potencial das aplicações educacionais de RV foi categorizado por Rory Stuart e John Thomas no início dos anos noventa. As aplicações RV podem capacitar os aprendizes para:

- explorar lugares e coisas existentes nos quais os estudantes não poderiam ter acesso de outro modo;
- explorar coisas reais que, sem alterações da escala no tamanho e tempo, não poderiam ser efetivamente examinadas;
- criar lugares e coisas com qualidade natural ou alterada;
- interagir com pessoas que estão em locais remotos;
- interagir com pessoas de modo não-realístico;
- interagir com seres virtuais, tais como representações de figuras históricas;
- criar e manipular representações conceituais abstratas, como estrutura de dados e funções matemáticas.

Segundo Winn (1993), a RV na educação provê a melhor e provavelmente a única estratégia de aprendizado através da experimentação pessoal em situações não reais, e pode

oferecer uma forma de aprendizado alternativa para que os alunos possam aprender com suas próprias experiências, auxiliando também os alunos que tem dificuldades de aprendizagem com os outros métodos de ensino.

Ainda no campo da educação e da realidade virtual fala-se muito em “aula virtual. Segundo Hiltz (1994), uma aula virtual é um ambiente de ensino-aprendizagem localizado dentro de um sistema de comunicação organizada pelo ordenador. Consiste em *softwares* que implementam um conjunto de facilidades e locais para comunicação de um grupo. Algumas destas estruturas de comunicação tentam imitar os procedimentos e facilidades usado nas aulas tradicionais. Além disso, possuem outras formas de comunicação que seriam muito difíceis ou impossíveis de serem feitas da maneira tradicional.

Os debates em sala de aula e as conversas em grupos da Internet são apropriadas para a aprendizagem de assuntos que requerem julgamentos e opiniões. A combinação das aulas e os debates na Internet também podem ser usados. Por exemplos, os estudantes podem entrar em contato direto com experts que o ajudarão a entender o assunto (Heckman, 1996).

Com as aulas virtuais também é possível criar espaços para as aulas, como se fossem seções em um grande grupo. A biblioteca, o ensino personalizado, os seminários entre pequenos grupos, o espaço para o trabalho colaborativo também são possível em uma aula virtual (Hiltz, 1994).

### 2.4.3 - Experimentos Reais, Virtuais e Simulados

Muitas vezes os estudantes são envolvidos em atividades genéricas de ensino, nas quais é necessário fazer formulação de hipóteses, experimentação, análise, e indução. Os laboratórios são ambientes preparados para este tipo de aprendizado, todavia, alguns tópicos e fenômenos não podem ser explorados satisfatoriamente ou eficientemente nos laboratórios. Para estes e outros tópicos, os computadores podem ser usados para criar ambientes de experimentação simulados. (Heckman, 1996)

Modelos numéricos, por exemplo, podem ser usados para simular tempestades. Com o uso de programas de simulação os estudantes podem explorar os dados interativamente através de espaços tridimensionais para procurar ou fazer previsões associando informações. (Heckman, 1996)

Conforme Paldês (1999), pode-se entender como virtual alguma atividade que pareça estar sendo feita localmente mas de fato não está. Sendo assim, desse ponto de vista, a experimentação remota pode ser considerada virtual.

No caso do uso dos simuladores, os estados do mundo real obtidos, são virtuais, não são reais, enquanto que com o experimentação remota eles são reais. Os simuladores não mostram informações em tempo real, há um retardo, devido ao processamento de software (rotinas matemáticas que fazem a simulação), enquanto que na experimentação remota é imediato.

A vantagem dos experimentos reais é que os dados produzidos pelo mesmos são reais, e não simulados. Apesar de em alguns casos haver um softwares gerenciando o objeto da experimentação, há um hardware envolvido, sobre o qual se deseja obter os resultados (Wisintainer, 1999).

Se alguma situação que não for prevista pelo simulador acontecer, ele poderá fornecer um erro, ou ainda poderá ter conseqüências piores, como o fornecimento de resultados inconsistentes.

## **2.5 - Laboratórios Remotos**

A experimentação remota é uma extensão do acesso remoto. O acesso remoto consiste no acesso a um computador remoto através de uma rede de computadores de uma localização remota. O acesso remoto muitas vezes limita os tipos de tarefas que os usuários podem executar. Eles raramente permitem acesso a dispositivos instalados em outros equipamentos a não ser ao do próprio computador.

Segundo Carnegie Mellon University (2000), a execução de experimentos de um local remoto é chamada de experimentação remota. Ela permite a interação com o mundo físico. Esta ação é feita através de controle eletrônico e sistemas externos de monitoramento, mas controlado pelo computador. A combinação de computador e dispositivos externos permitem ao usuário controlar qualquer coisa ligada ao computador com se estivesse no local do computador.

Os laboratórios remotos, ou virtuais como algum os definem pelo fato de não estarem

presentes no local onde são feitos os experimentos, representam novas possibilidades nos meios pelos quais as pessoas utilizam a Internet. A maioria das pessoas usam a Internet para procurar informações ou torná-las disponíveis para os outros. O laboratório remoto ajuda estudantes a obter informações através da Internet buscando-as diretamente no mundo físico (Carnegie Mellon University, 2000).

Os laboratórios remotos permitem acessar recursos que as pessoas não possuem, reduzindo despesas com viagens e permite que um grande número de pessoas os acessem.

Segundo Wisintainer (1999), a experimentação remota apresenta as seguintes vantagens:

- Permitir interações com o mundo físico, o usuário tem a garantia de que os resultados são os mesmos que ele obteria localmente. Isto difere substancialmente de um simulador onde, caso o programador tenha esquecido qualquer detalhe, o simulador pode apresentar resultados falhos.
- Permite que os usuários (professores, alunos e pessoas ligadas à área) tenham acesso a recursos que eles não dispõem localmente, proporcionando a um grande número de pessoas a realização de experimentos reais com custo zero, ou seja, universidades que tenham restrições financeiras.
- Experimentos podem ser realizados de qualquer lugar e a qualquer hora, desde que se tenha um acesso à Internet.
- Os estudantes podem ganhar sentimento prático, mesmo não estando fisicamente no laboratório fazendo os experimentos.

O desenvolvimento da tecnologia de laboratórios de experimentação remota nos permite vislumbrar, em um futuro próximo, novas utilizações para a Internet (Alves, 1997):

- a exploração de lugares inacessíveis a seres humanos, tais como vulcões, oceanos e outros planetas;
- a manutenção de equipamentos à distância, em tempo menor e com menores custos.

Um exemplo de laboratório de experimentação remota é o Laboratório Virtual para testes de equipamentos eletrônicos (Figura 2.1), que foi desenvolvido por pesquisadores da Universidade de Carnegie Mellon (*Carnegie Mellon University*). Através deste laboratório profissionais e estudantes podem usar seus computadores com acesso a Internet para fazer testes

usando os osciladores, geradores de funções e multímetros que estão instalados na universidade. Os experimentos são feitos através da configuração dos instrumentos e do envio da análise de dados via software. Os instrumentos podem ser feitos para executar funções de outros instrumentos que não estão disponíveis, então medidas podem ser feitas e os dados podem ser analisados para comparação com simulações. (Carnegie Mellon University, 2000)

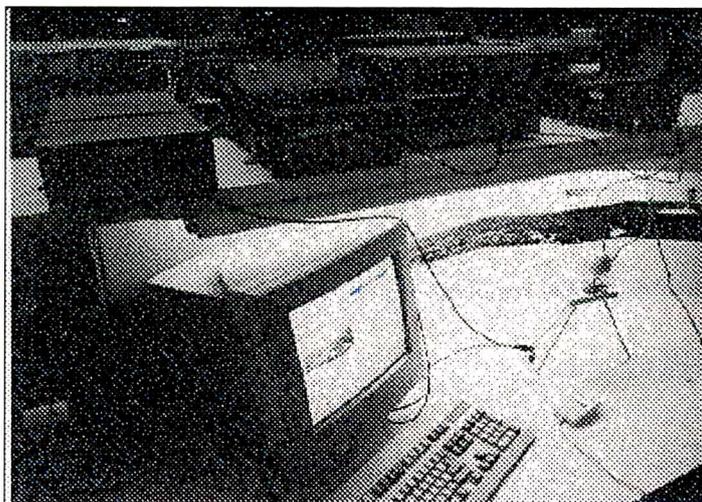
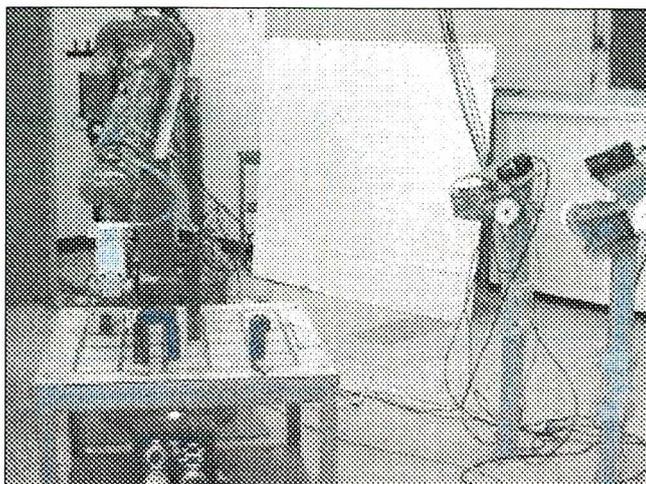


Figura 2.1 - Laboratório remoto para testes de equipamentos eletrônicos.

A Universidade da Austrália Ocidental (*University of Western Australia*) possui um laboratório remoto para controle de um robô.(Figura 2.2) Através dele é possível controlar um braço mecânico para pegar e mover objetos sobre uma superfície. A atual versão funciona via Internet e utiliza o serviço de WWW como interface para interagir com o robô. Esse laboratório pode ser acessado pelo endereço URL<sup>1</sup> <http://telerobot.mech.uwa.edu.au/> (University of Western Australia, 2000).

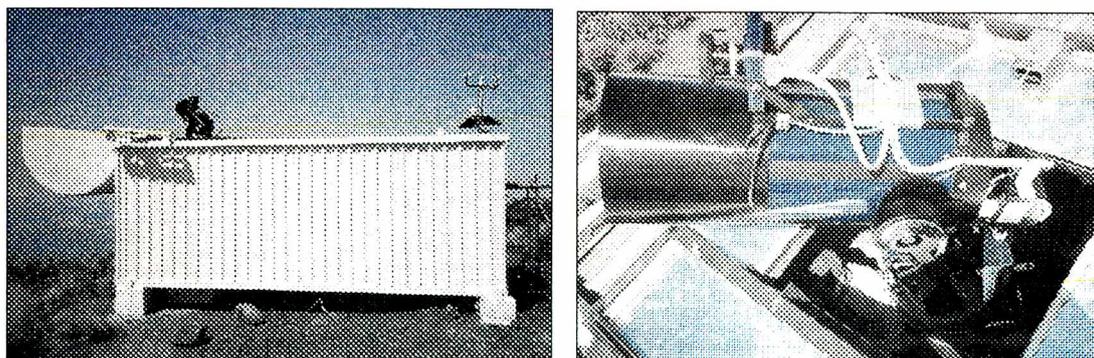
<sup>1</sup> URL: *Universal Resource Locator* – O Localizador Universal de Recursos é um formato para descrição de endereços para acesso à recursos da Internet, seja ele *Web, Mail, FTP* ou outros.



**Figura 2.2 - Braço mecânico que pode ser controlado via Internet.**

Ao entrar no endereço é preciso ter uma identificação, nome de usuário e senha, que pode ser facilmente obtido, e que darão acesso aos controles do robô. Somente um usuário por vez pode ter o controle do robô, por isso logo ao entrar no sistema deve-se observar se algum usuário detém o controle, caso esteja livre deve-se requerer o controle do robô, caso contrário pode-se observar o robô sendo controlado por outro usuário. O motivo de apenas um usuário deter o controle por vez é obvio, caso mais de um usuário pudesse controla-lo seria difícil completar uma tarefa pois o outro usuário estaria tentando fazer o robô executar outra.

Um outro laboratório remoto é o telescópio robótico do observatório de Bradford (*Bradford Robotic Telescope Observatory*) (Figura 2.3). Neste laboratório remoto é possível usar um telescópio de um observatório localizado na Inglaterra para ver qualquer local celeste via Internet, e sem a ajuda de qualquer pessoa no observatório. Ele pode ser acessado pelo endereço URL <http://www.telescope.org/> (University of Bradford, 2000).



**Figura 2.3 - Telescópio Robótico do Observatório de Bradford.**

Este laboratório também utiliza o serviço de WWW como interface e exige

---

identificação para ser usado. Após informada a identificação é possível programar o telescópio escolhendo a região do céu, que pode ser diretamente indicada pelo corpo celeste (planeta, constelação, estrela, etc), ou ainda pela pelas coordenadas no céu. Pode-se informar também o filtro a ser usado para a visualização, bem como é possível usar uma série de opções e recursos do telescópio. Cada solicitação de visualização é tratada como uma tarefa (*job*) que é agendada para ser executada. O status da tarefa é mostrado em uma lista de tarefas para cada usuário, e quando a tarefa é executada o status muda, e então, é possível ver a imagem obtida em uma página de WWW.

Estes e outros instrumentos que podem ser acessados remotamente em laboratório permitem a condução de experiências atualizadas a qualquer tempo e lugar. Esta tecnologia aumenta a flexibilidade dos laboratórios educacionais e introduz os estudantes para um novo paradigma da experimentação remota (Carnegie Mellon University, 2000).

## Capítulo 3 - Ensino de Microcontroladores

### 3.1 - Microcontroladores

O microcontrolador também é conhecido como “Microcomputador de um só chip<sup>1</sup>” e revolucionou o projeto de sistemas eletrônicos digitais, devido a sua enorme versatilidade de hardware e seu poderoso software. (Silva Júnior, 1988)

Um microcontrolador pode ser ideal para elaboração de projetos de sistemas dedicados, com a vantagem de poder ser compacto e aliar a proteção do software do sistema contra cópias. Isto é possível por que ele reúne em um único chip vários sistemas independentes, como contadores, CPU, RAM, ROM<sup>2</sup> e outros.

Ele é um sistema síncrono por que executa suas funções sob o comando de um sinal de relógio (*Clock*), e é um sistema seqüencial pois obedece uma seqüência programada (pré-determinada) na execução das funções.

Enquanto um microprocessador consiste em um componente eletrônico, que consegue efetuar com rapidez várias funções e operações lógicas e aritméticas, sob o controle de um programa externo que dita a seqüência das funções e operandos a serem utilizados, um microcontrolador é um componente eletrônico que, além de um processador, já tem incorporado em seu invólucro, vários componentes de um sistema com microprocessador em um único chip.

Outra diferença é que o software que roda no microcontrolador, na maioria das vezes, é gravado internamente, dentro do chip, e no microprocessador ele vem de uma fonte externa, tornado-o mais sujeito a cópias.

---

<sup>1</sup> Um chip é um componente eletrônico único e fechado que contém um sistema eletrônicos no seu interior.

<sup>2</sup> CPU (Central Process Unit) Unidade Central de Processamento, RAM (Random Access Memory) Memória de Acesso Randômico, ROM (Read Only Memory) Memória Somente de Leitura.

Segundo Predko (1999), existem dois tipos diferentes de microcontroladores:

- 1) Microcontroladores embutidos: quando todo o hardware necessário para fazer uma aplicação funcionar está dentro de um chip;
- 2) Microcontroladores de memória externa: quando o microcontrolador possui conexões com memórias externas. Diferem dos microprocessadores por eliminar a necessidade de dispositivos complexos de decodificação de endereços de memória.

Dependendo de características particulares os microcontroladores podem ter vários blocos, que são sistemas integrados que possuem funções específicas dentro dos microcontroladores. Mas existem alguns blocos que são genéricos e estão presentes na maioria dos microcontroladores. Genericamente um microprocessador possui sete blocos. (Predko, 1999; Silva Júnior, 1988) (Figura 3.1).

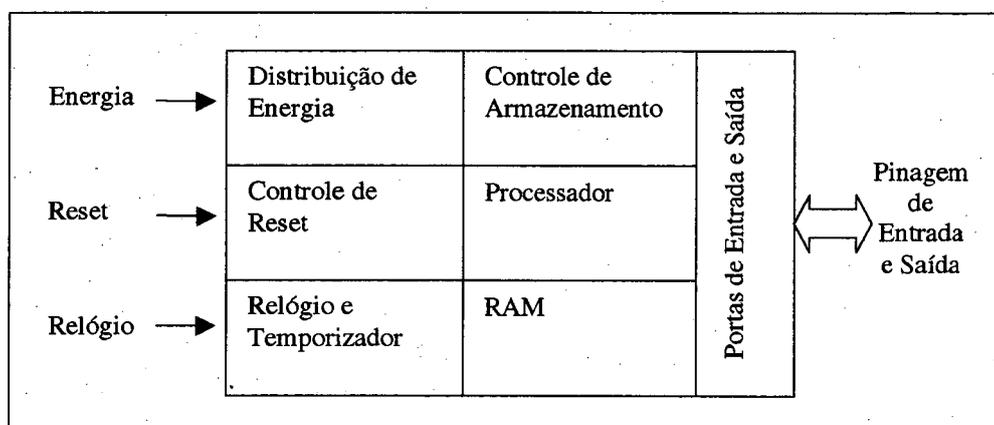


Figura 3.1- Diagrama de blocos de um chip de um microcontrolador genérico.

Pode-se observar que o microcontrolador recebe o sinal da energia o qual o faz funcionar, o sinal de *reset* (reinicialização) para fazer sua inicialização, o sinal de relógio para fazê-lo operar em sincronismo com o dispositivo onde está conectado e os sinais de entrada e saída para fazer a comunicação com os dispositivos. Cada um dos sete blocos são responsáveis por funções específicas:

Distribuição de Energia: é a entrada de energia que alimenta todos os circuitos do microcontrolador.

Relógio e Temporizador (*Clock & Timing*): o relógio é um dispositivo composto por um oscilador embutido que controla o ciclo de execução das instruções. Ele deve ser robusto pois são vários os locais e as aplicações onde podem-se exigir microcontroladores, e ele não pode

falhar. O temporizador é uma das funções mais críticas dos sistemas computadorizados. Além de fornecer informações de tempo-real para gerar interrupções no processador, ele também é responsável por fornecer uma série de outras utilidades para operações das aplicações. O temporizador consiste em um contador que pode ser lido ou escrito pelo processador e é controlado por uma frequência que pode ser gerada pelo relógio do microcontrolador ou uma fonte externa.

Controle de Armazenamento (*Control Storage*): o Controle de Armazenamento é um tipo de memória onde o software do microcontrolador é armazenado. Ele também é conhecido como memória de programa ou também por *firmware*.

Controle do *Reset*: Faz o controle da inicialização e da reinicialização do microcontrolador, para garantir que o microcontrolador inicie sem falhas, ou seja reiniciado no caso de falha.

Processador: alguns microcontroladores combinam muitas das características de um processador RISC (*Reduced Instruct Set Computers*) e de um processador CISC (*Complex Instruction Set Computers*). Esta combinação permite que a criação de funções complexas tornem-se mais simples em muitos casos. Com um bom entendimento deste funcionamento é possível melhorar a velocidade dos programas e utilizar um espaço menor para controle de armazenamento.

Portas de entrada e saída: servem para fazer a interface de comunicação entre o microcontrolador e outros dispositivos (luzes, mostradores, sensores, teclados, etc).

Os microcontroladores podem possuir três tipos de memória (Valder, 1997):

- Memória “dentro do chip” (*on-chip memory*): pode ser qualquer tipo de memória (de código, RAM) que estão fisicamente dentro do próprio chip.
- Memória de código externa: (*External code memory*): é uma memória que serve para armazenar o código dos programas e que reside fora do microcontrolador. Muitas vezes esta memória se apresenta na forma de uma *EPROM (Erasable and Programable ROM)* externa.
- RAM externa (*External RAM*): é uma memória RAM (*Random Access Memory*) que reside fora do chip. É frequentemente apresentada na forma de uma RAM ou *flash RAM* padrão.

Os blocos do microcontrolador comunicam-se através de barramentos ou vias, que tornam possíveis as trocas de informações para o seu funcionamento. Numa arquitetura básica de um microcontrolador genérico pode-se encontrar os seguintes barramentos:

- **Barramento de Dados (*Data Bus*):** são as vias, ou linhas (8 nos processadores de 8 bits), as quais levarão as informações para o processador trabalhar e trarão os resultados para fora do chip. Estas informações são os códigos binários da operação e dos operandos. Estas vias são vias bidirecionais, pois enviam e recebem dados.
- **Barramento de Endereçamento (*Address Bus*):** são linhas unidirecionais, que servem para endereçar posições diferentes nas memórias externas ao microprocessador, como por exemplo, RAMs, ROMs e PROMs. Somente emitem endereços, pois o microprocessador jamais recebe endereços, por qualquer via.
- **Barramento de Controle (*Control Bus*):** São linhas unidirecionais que servem para controlar, ou receber controle de dispositivos externos ao microprocessador.

### **3.2 - O Microcontrolador 8051**

Na década de 70 a Intel havia projetado seu primeiro microcontrolador, e desde então envolveu-se em projetos de microcontroladores até resultar, em 1980 na primeira arquitetura de 8051. Ele veio a se tornar o microcontrolador mais popular disponível no mercado (Predko, 1999).

O modelo original do 8051 não era tão rápido quanto os atuais e funcionava numa velocidade máxima de relógio de 20 MHz.

A arquitetura dos 8051 é uma combinação prática e muito bem pensada de diferentes filosofias. De um lado tem-se a arquitetura projetada pela universidade da Princeton e de outro a da universidade de Harvard. Até a década de 70 a arquitetura projetada pela Harvard foi ignorada, sendo a arquitetura da Princeton melhor utilizava as tecnologias da época (Predko, 1999).

O microcontrolador 8051 mais popular atualmente é o fabricado pela Intel. O dispositivo em si é um microcontrolador relativamente simples, mas com ampla aplicação. É importante citar que não existe somente o CI (Circuito Integrado) 8051, mais uma família de

microcontroladores baseada no mesmo. Entende-se por família como sendo um conjunto de dispositivos que compartilha os mesmos elementos básicos, tendo também um mesmo conjunto básico de instruções. (Wisintainer, 1999)

O 8051 é um microcontrolador muito completo com uma grande quantidade de controles de armazenamento embutidos (ROM e EPROM) e RAM, portas de E/S mais desenvolvidas, e a capacidade de acessar memórias externas.

Vários fabricantes de microcontroladores possuem sua versão implementada do 8051. Isto trás vantagens principalmente no que diz respeito a variedade de aplicações desenvolvidas para os microcontroladores da família 8051, que podem ter versões de vários fabricantes, mas mantendo-se as mesmas características básicas. Na Figura 3.2 é apresentado um microcontrolador da família 8051 em uma *protoboard* (mesa de testes de equipamentos eletrônicos):

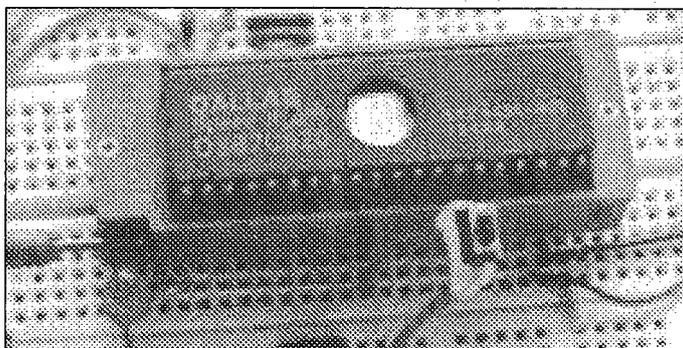


Figura 3.2 - DS87C520, microcontrolador da família 8051.

Uma das implementações do 8051 é o 87C51. Ele também é conhecido como o 8051 original, clássico ou verdadeiro.

As características padrões do 87C51 são as seguintes: (Predko, 1999)

- Velocidade de relógio de 24 MHz;
- 12 ciclos de relógio por ciclo de instrução;
- 4 Kbytes de controle de armazenamento;
- 128 bytes de RAM;
- 32 linhas de E/S;
- Dois temporizadores de 8/16 bit;
- Múltiplos geradores de interrupção interna e externa;

- Porta serial programável;
- Interface para mais de 128 Kbytes de memória externa.

Desde a arquitetura original do 8051 da Intel, já foram feitas muitas mudanças, que trouxeram melhorias na performance do 8051. Perto dos anos 80 o desenvolvimento de uma nova tecnologia fez com que a ROM (*Read Only Memory*) e a PROM (*Programmable ROM*) padrões fossem literalmente conectadas ao chip do processador. Isto fez com que os programas não fossem mais separados do chip do processador e conseqüentemente não seria necessário remover o processador quando feita a atualização do programa na EPROM (*Erasable PROM*).

Para maiores detalhes sobre um dos microcontroladores da família dos 8051, o diagrama de bloco do DS87C520, que é fabricado pela Dallas Semiconductors, é apresentado no Anexo 2.

### 3.2.1 - Aplicações para os Microcontroladores

De uma forma geral os microcontroladores podem ser aplicados em indústrias, na parte de automação e controle de processos que necessitam de interações baseadas em decisões não muito complexas. Estas decisões são tomadas através do programa que é gravado na memória do microcontrolador e que recebe informações do ambiente através de sensores que são conectados ao dispositivo.

Os microcontroladores podem também estar presente em equipamentos mais simples, como por exemplo, sequenciadores para luzes de Natal e caixinhas de música.

Outros aplicações para os microcontroladores são

- controles remotos;
- controladores de motores;
- controles de sensores robóticos;
- conversores de sinal;
- sistemas de segurança;
- controle de fornos, estufas e caldeiras, etc.

Os microcontroladores da família 8051, em específico, podem ser encontrados em

alguns equipamentos como: (Wisintainer, 1999)

- discos rígidos (winchesters);
- placas de vídeo;
- balanças eletrônicas;
- radares eletrônicos;

Mesmo incluindo o custo das quebras com as experiências eletrônicas, o uso da tecnologia de microcontroladores tem menor custo, maior velocidade, e maior eficiência no desenvolvimento de aplicações do que a lógica discreta.

Os microcontroladores podem ser usados para interfacear:

- LEDs, que são pequenas luzes;
- visores de cristal líquido (LCD – *Liquid Cristal Display*);
- botões
- analisadores de voltagem;
- teclados
- dispositivos de mapeamento de memória;
- dispositivos seriais;
- motores.

Um exemplo de aplicação de controladores na automação industrial é o controle de fornos. Nos fornos é preciso manter uma temperatura constante para evitar a queima ou o destemperamento daquilo que está dentro dos fornos. Este tipo de automação é muito útil em fábricas de cigarros, para a queima das folhas de fumo, em fábricas de tijolos para queima de tijolos, também poderia ser utilizados em indústrias alimentícias que utilizem fornos (Predko, 1999; British-American Tobacco, 1996). Um exemplo simples do controle da temperatura de um forno é apresentado na Figura 3.3.

Para manter a temperatura sem muita variação podem ser usadas tampas na fôrnalha dos fornos, que abrem ou fecham para aumentar ou diminuir a mistura de ar e conseqüentemente aumentando ou diminuindo a queima e a temperatura. Para isto são necessários sensores que lêem a temperatura e informem para o microcontrolador, que dará a ordem para o motor abrir ou fechar a passagem de ar e/ou combustível. O tempo que o forno fica ligado também pode ser

controlado através de um dispositivo de relógio, e a alimentação do forno para queima também pode ser um motor que libere a passagem de combustível para o forno.

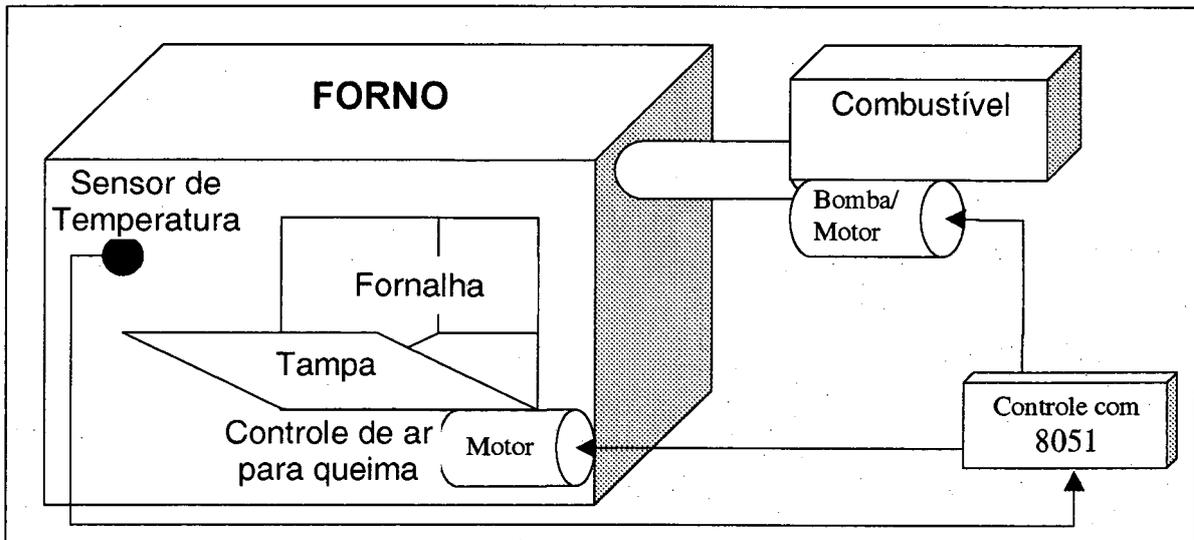


Figura 3.3 - Exemplo de aplicação de microcontroladores para automação de fornos.

Não somente na automação industrial como na doméstica, os microcontroladores estão cada vez mais presentes. Os equipamentos, como eletrodomésticos estão cada dia mais úteis e mais fáceis de usar. Isto tudo porque está se tornando comum a inclusão de microcontroladores que podem até tornar estes aparelhos mais “inteligentes”, conseqüentemente aumentando o seu poder de concorrência com outros produtos. Mas além dos equipamentos, tais como sensores, teclados e microcontroladores, são necessários bons programas para possibilitar o funcionamento dos equipamentos microcontrolados e para não comprometê-los a falhas.

### 3.2.2 - Programação de Microcontroladores

Criar programas para microcontroladores é completamente diferente do que desenvolver aplicações em computadores e eletrônicos. Nestas aplicações pode-se ter um número de subsistemas e interfaces já disponíveis para o uso, o que não é o caso do projeto e programação de um microcontrolador, onde, segundo Predko (1999), o programador deve-se preocupar com aspectos como:

- a distribuição de energia;
- o sistema de relógio (*clock*);

- a programação de sistemas;
- a programação de aplicações;
- a programação de dispositivos;

Para garantir o bom funcionamento é necessário projetar todo o sistema antes de começar a codificar o programa.

Geralmente, o modo mais barato de programar os microcontroladores é usando a linguagem de programação Assembly, mas também é a mais difícil de aprender e requer maior esforço para programar. Isto por que em uma linguagem de alto nível como a linguagem de programação C e a linguagem BASIC, não mostram o funcionamento interno do microcontrolador, e sendo assim, se tornaria necessário aprender o funcionamento do microcontrolador e também da linguagem de programação. A linguagem Assembly, usa em suas estrutura as próprias instruções do microcontrolador/processador, por isso quando aprende-se a programar em linguagem Assembly aprende-se também a entender o funcionamento do microcontrolador, e conseqüentemente como melhor utilizar os seus recursos (Predko, 1999).

Esta linguagem também é considerada o método mais difícil de codificação de aplicações por que necessita total entendimento da operação do processador e a codificação da aplicação é de difícil entendimento. Portanto, o custo da aplicação pode se tornar muito alto se for necessário fazer muitas manutenções no seu código, o que reforça a necessidade de um bom planejamento e uma grande atenção na programação e na documentação. (Predko, 1999)

Cada microprocessador ou processador possui seu próprio conjunto de instruções. Por causa desta característica a linguagem Assembly torna-se difícil de ser portada para executar em outros processadores.

A codificação em linguagem C, freqüentemente não necessita de modificações para manter a compatibilidade com outras plataformas, e quando necessita são poucas, isto por que o compilador da linguagem se encarrega de converter os comandos em instruções compatíveis com o processador que se esta sendo utilizado. (8052.COM, 2000)

A Tabela 3.1 mostra exemplos de programas em linguagem Assembly e em linguagem C que fazem a mesma função. Os dois programas guardam o valor hexadecimal 0AA em uma posição de memória fixa, endereço 01234h, e depois o recuperam desta posição de memória e o guardam em uma variável.

Tabela 3.1- Programa em linguagem Assembly e em C.

Linguagem Assembly	Linguagem C
org 0	main () {
mov DPTR, #01234h	int ext Mem[ 65536 ];
mov A, #0AAh	int Temp;
movx @DPTR, A	Mem[ 01234h ] = 0AAh
movx A, @DPTR	Temp = Mem[ 01234h ];
loop:	}
ajmp loop	

Segundo Predko (1999), é difícil encontrar programas para auxiliar a programação nos 8051. Mesmo assim é possível encontrar algumas ferramentas e procedimentos para auxiliar a programação.

Um procedimento muito útil é usar *templates*, que funcionam como máscaras que ajudam a relacionar todas as etapas que devem ser feitas. Nele pode-se preencher os campos indicados, geralmente com colchetes ([ ]), para facilitar a codificação por etapas.

Os microcontroladores não conseguem entender diretamente a linguagem Assembly, apesar de se aproximar muito do código de máquina. Antes de enviar o programa para o microcontrolador é necessário usar um programa de montagem para transformar o programa em código binário.

A montagem consiste no uso de um programa montador que funciona parecido com um compilador de linguagens de alto nível. Os montadores são um pouco diferentes dos compiladores e a principal diferença é que os compiladores possuem funções mais avançadas de conversão da linguagem de programação para código executável do que os montadores. Os montadores somente precisam trocar o comando em Assembly pelo seu código executável correspondente (mnemônico) (Para maiores detalhes ver o Anexo 3, que apresenta o conjunto resumido de instruções do 8051). (Metalink Corporation, 1990)

Caso o programa principal acesse bibliotecas e subrotinas externas ao seu escopo, muitas vezes em outros arquivos, ainda é necessário fazer a link-edição do programa após a sua

montagem. A link edição é o processo que irá fazer a verificação destas chamadas a subrotinas e organizará o código executável.

Antes de enviar o programa para o microcontrolador, pode-se testar o programa com uma ferramenta de simulação. Essas ferramentas devem ser usadas com cuidado, pois se estiverem mal configuradas retornam resultados falsos. Os programas que utilizam rotinas de tempo devem também ser cuidadosamente analisados, pois os resultados são simulados, portanto a velocidade do microcontrolador também, e vai variar de acordo com o processador do computador onde o simulador está executando

Outra ferramenta para testar os programas para os microcontroladores pode ser o Laboratório de Experimentação Remota para Microcontroladores (RExLab). O uso do laboratório remoto simplifica a tarefa de testar os programas. Ao contrário dos simuladores, no laboratório remoto a resposta que vem para o usuário é a representação do estado real do microcontrolador.

### 3.2.3 - Transferência de Programas para o 8051

A forma mais tradicional de executar um programa no 8051 é gravando um programa na memória de programa interna ou externa (a partir do endereço 0000H) e pressionando-se o botão de inicialização (*reset*) do microcontrolador.

Este método é trabalhoso, pois toda vez que são feitas alterações no programa, se deverá remover o circuito integrado (memória de programa) e colocá-lo num equipamento para regravação, conhecido como gravador de EPROM. (Wisintainer, 1999)

Uma solução alternativa é desenvolver um pequeno programa monitor para o microcontrolador que o permite receber um programa, dispondo-o em uma memória RAM externa para posterior execução.

No caso do uso de um programa monitor existem duas formas de transferência:

- 1) por meio de interface paralela do microcontrolador; ou
- 2) por meio da interface serial.

As formas básicas apresentadas utilizam um computador pessoal para transferir ou disponibilizar um programa para o microcontrolador 8051. A transferência de dados é realizada

localmente, ou seja, o usuário desenvolve o programa no computador e o transfere ao microcontrolador, que se encontra conectado na porta serial ou paralela do computador.

### **3.3 - Ensino Tradicional de Microcontroladores**

As novas tecnologias têm colocado os métodos tradicionais no banco dos réus. Atualmente também recebe-se muita informação fora da escola, por meio das mais diversas mídias, e com grande velocidade, tornando cada vez mais difícil prender a atenção dos alunos em aulas tradicionais. A necessidade de remodelar cursos e métodos de ensino existe em função de facilitar a árdua missão de educar além de motivar. (Valente, 1997)

Alguns motivos fazem com que as aulas tradicionais e com pouco uso da abordagem prática ainda sejam praticadas:

- Falta de investimento em tecnologias de ensino
- Altos custos das tecnologias
- Resistência dos professores que tem medo de perder o poder de ser o dono das informações, e por não se atualizarem para adotar novos métodos de ensino;

O ensino prático, dentre outros métodos, é sem dúvida, o que traz melhores resultados para que os alunos aprendam como funciona um microcontrolador. Para praticar é necessário interagir com o objeto de estudo, e segundo Abreu (1998), esta interação fará o aluno ficar em constante processo de adaptação, e através destas adaptações o aluno se tornará um indivíduo ativo, que constrói o seu conhecimento e a sua inteligência.

Através do ensino prático da linguagem de programação Assembly é possível mostrar o funcionamento do microcontrolador, pois o Assembly está intimamente ligado com as instruções do processador e com sua arquitetura de funcionamento (Predko, 1999).

Por causa dos custos da montagem de laboratórios para experimentação de microcontroladores, é comum a apresentação de exemplos didáticos mostrando o funcionamento e a programação de um microcontrolador através de um programa como o UMPS.

A ferramenta UMPS (*Universal Microprocessor Program Simulator*) é um ambiente de desenvolvimento integrado que funciona sobre o sistema operacional Microsoft Windows, e

consegue manipular a codificação para uma grande variedade de microcontroladores. A grande vantagem do UMPS é que ele consegue fazer simulações de dispositivos externos, como botões, visores de cristal líquido e outros, e não necessita de arquivos de estímulos para simular a interação do usuário com os dispositivos que fazem interface com o microcontrolador.

O UMPS pode ser uma excelente ferramenta para o ensino prático de microcontroladores. O programa submetido ao UMPS é executado em um simulador de microcontrolador e os resultados podem ser expressos em dispositivos externos (luzes, mostradores) simulados (Wisintainer, 1999).

Assim como o UMPS existem outros programas simuladores de microcontroladores, como por exemplo o programa AVSIM.

Cada vez mais é sentida a necessidade de um educador que seja capaz de levar o educando a se transformar num ser crítico, produtivo, capaz de pensar e interagir no seu meio, utilizando todo o seu potencial e com condições de acompanhar o vertiginoso crescimento da tecnologia. Qualidades que podem ser formadas através do ensino prático.

### **3.4 - O RExLab**

O Laboratório de Experimentação Remota (RExLab) está contextualizado num ambiente de redes de computadores de arquitetura cliente/servidor e é um sistema combinado de um computador (Servidor) e dispositivos externos que permite ao usuário distante controlar qualquer elemento conectado ao computador, como se o usuário estivesse no local do sistema (Figura 3.5). Podem ser conectados ao computador Servidor os mais diversos tipos de sistemas e mesmo equipamentos de teste (osciloscópios, geradores de função, multímetros etc.), sendo que o usuário remoto, ao se conectar ao servidor, pode controlar qualquer dos dispositivos (Alves, 1997).

Conforme a Figura 3.4, o usuário pode usar um computador cliente para enviar os dados e requisitar consultas ao computador servidor, onde funciona o laboratório, e onde existe uma câmera de vídeo que registra o ocorrido com o experimento (Alves 1997; Wisintainer, 1999).

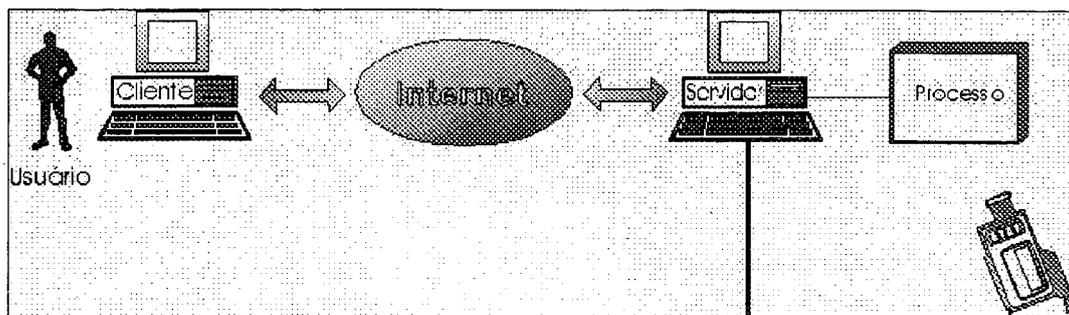


Figura 3.4 - Esquema de funcionamento do RExLab.

Dentre os objetivos do RExLab, o que mais corresponde às necessidades de ensino, é a possibilidade dos estudantes terem acesso a recursos que eles não possuem, permitindo que experimentos práticos possam ser realizados de qualquer lugar e a qualquer hora (Alves, 1997).

O RExLab com o microcontrolador 8051 tem por objetivo, além de proporcionar contato com experimentação remota, permitir ao próprio usuário criar um programa e rodá-lo em um microcontrolador 8051 (Alves, 1997).

O RExLab é composto de:

- uma placa contendo o microcontrolador 8051 e outros componentes periféricos que permitem a comunicação do mesmo com o PC;
- um programa servidor (RExLab-Servidor), que recebe informações do cliente (RExLab-Cliente), as repassa ao 8051 e retorna ao cliente a resposta solicitada;
- um programa cliente (RExLab-Cliente), que carrega o código binário do programa do usuário, o transfere ao servidor (RExLab-Servidor) para ser executado e permite ao usuário solicitar a resposta que desejar;

A pessoa que quiser usar o microcontrolador 8051 pode, a partir do RExLab-Cliente, conectar-se ao RExLab-Servidor, carregar o programa que deseja testar e enviá-lo ao Servidor. O Servidor repassará o programa ao 8051, que o executa. O usuário tem então, acesso aos resultados (quase todos os registradores e as posições de memória interna de 32 a 127), através do RExLab-Cliente.

Pessoas que lidam com microcontroladores podem fazer experiências práticas e reais com o microcontrolador 8051 mesmo sem dispor do componente.

### 3.4.1 - Uso do RExLab

Para usar o RExLab, o primeiro passo, antes de operar o cliente, é dispor do programa a ser transferido, o qual deve ser gerado a partir de um montador (*assembler*) para o 8051. O programa (Tabela 3.2) deve respeitar algumas regras de codificação para que a execução não apresente problemas. As principais regras estão relacionadas abaixo (Wisintainer, 1999):

- Deve-se iniciar o código da aplicação a partir do endereço 08000h, e não o endereço 00000h usual;
- Não deverão ser usados outros pinos além do P1, INT0 e T0 para entrada de dados;
- O programa não deverá ter fim, a codificação deverá ser executada com um laço sem fim;

**Tabela 3.2 - Exemplo de programa que respeita as regras de submissão ao RExLab.**

```
P1 EQU 090h
ORG 8000H
LOOP:
    Mov  A, P1
    Mov  R0, A
    SJMP LOOP
END
```

O programa atribui aos registradores A e R0, o valor corrente da porta P1, a qual pode receber estímulos externos. Ele pode ser executado no RExLab, pois está de acordo com as regras descritas acima.

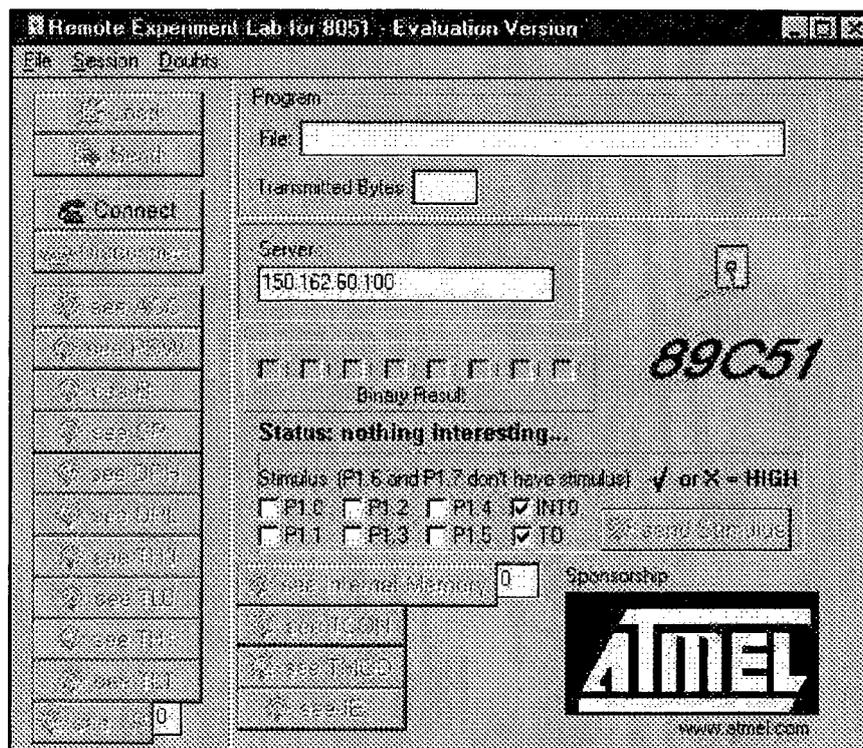


Figura 3.5 - Tela do RExLab-Cliente para o microcontrolador 8051.

Primeiramente, para fazer a experimentação deve-se carregar o programa cliente do RExLab (Figura 3.5) e conectar-se a um servidor. Para fazer a conexão com o servidor informa-se no campo *Server*, o número IP do servidor RExLab, onde encontra-se o hardware e o programa servidor, e usa-se então o botão *Connect* para efetuar a conexão. Somente é possível seguir adiante se a conexão for bem sucedida. Na Tabela 3.3 seguem as possíveis causas e o procedimento de correção no caso de problemas de conexão: (Wisintainer, 1999)

Tabela 3.3 - Problemas ao conectar o RExLab Servidor e soluções

Problema de conexão	Solução
Tráfego intenso na rede	Esperar um tempo até o tráfego diminuir
Presença de um usuário já conectado ao servidor	Esperar um tempo até o laboratório remoto ser liberado, ou tentar outro laboratório mudando o endereço IP
Servidor desligado ou problemas de comunicação com a rede	Verificar as conexões de rede, protocolos, cabos, etc

Após a conexão bem sucedida, deve-se carregar o programa a ser experimentado e

enviá-lo para o servidor (laboratório). Para fazê-lo basta informar no campo *File* o nome do programa a ser experimentado, usar o botão *Load* e então usar o botão *send* para enviar o programa para o servidor.

Neste instante o programa está sendo executado no laboratório e enquanto o experimento está sendo feito, através do programa cliente, pode-se consultar os valores que estão sendo gerados pelo experimento. Para vê-los usa-se os botões com os respectivos nomes dos registradores ou consulta-se os endereços de memória.

Os seguintes registradores estão disponíveis para consulta: ASC, PSW, B, SP, DPH, DPL, THG, TLG, TH1, TL1, R, TCON, TMOD e IE.

É possível também consultar o valor da memória interna do microcontrolador, bem como enviar estímulos, que são habilitados para acionar uma interrupção no microcontrolador.

O resultado da execução é expresso em binário na tela do programa cliente, logo abaixo do endereço do servidor. Opcionalmente é possível verificar o resultado através de uma câmera de vídeo instalada no laboratório remoto. Este resultado será impresso na forma de lâmpadas que ficam acesas e apagadas representando um código binário, conforme o mostrado na Figura 3.6.



Figura 3.6 - Imagem exibida pela câmera do RExLab.

Assim que é pressionado o botão *disconnect* o laboratório fica liberado para que outra conexão seja estabelecida. Antes disso o mesmo usuário pode fazer vários experimentos pois a conexão está sendo mantida, mesmo sem estar sendo utilizada. Neste período qualquer outra tentativa de conexão será mau sucedida.

### 3.4.2 - Vantagens do Uso do RExLab

As principais vantagens da utilização do Laboratório de Experimentação Remota são (Alves, 1997):

- proporcionar para um grande número de pessoas a realização de experimentos reais com custo zero;
- poder fazer os experimentos serem realizados de qualquer lugar e a qualquer hora, desde que se tenha um acesso à Internet;
- possibilita uma utilização mais ampla das redes disponíveis nas universidades e escolas técnicas.
- fazer a programação de um microcontrolador obtendo resultados reais.

Com algumas modificações o RExLab pode possibilitar o acoplamento de outros dispositivos, sendo que ao invés de um microcontrolador 8051, pode-se acoplar um microcontrolador PIC, ou quem sabe ainda algum equipamento para ser controlado a distância, como motores, robôs e outros equipamentos. Isto é possível por que ele é um laboratório que apresenta uma solução mais acessível pois utiliza a tecnologia de comunicação com o protocolo TCP/IP, e principalmente, por tratar-se de um hardware que pode ser conectado a um computador pessoal, padrão IBM-PC e usando um sistema operacional Windows NT, ou até Windows 95/98.

### 3.4.3 - O RExLab como Ferramenta para o Ensino

Atualmente, muitas disciplinas dispõem de recursos computacionais que auxiliam no processo de ensino e aprendizagem.

O ensino de assuntos relacionados a programação de microcontroladores, pode se tornar muito distante da prática sem o auxílio de ferramentas adequadas que apoiem este ensino.

Na maioria das vezes estas ferramentas incorporam recursos de simulação que fazem os alunos ter uma noção da prática, porém não consistem em experimentos reais.

Como ferramenta de ensino, o RExLab pode complementar o aprendizado de microcontroladores, assunto seguramente presente no currículo da maioria dos cursos de

Engenharia Elétrica/Eletrônica do país, além de presente no currículo de muitos cursos técnicos afins. Ele pode ser extremamente útil para profissionais das áreas de Engenharia de Produção e Ciências da Computação (Alves, 1997).

O RExLab se utiliza da Internet como meio de comunicação. O uso do Laboratório em conjunto com outros serviços da Internet contribui muito para facilitar o acesso as informações.

Machado (1997), explica que são muitas as dificuldades apresentadas com modelos de ensino-aprendizagem através de microcomputadores, à distância. Mas o que precisa ser feito é a disposição de mais material didático, como software interativo.

Para tanto, pode-se tomar algumas medidas experimentais, como a elaboração de produtos piloto, assim como o RExLab. A elaboração de guias com recursos de hipermídia e com exemplos corretos também contribuirá, motivando os acadêmicos aos estudos. (Machado, 1997)

Em muitos casos, os alunos tem apenas acesso a uma demonstração do professor sobre como programar um microcontrolador e observar os resultados. Vários fatores impedem os alunos de poderem fazer suas experiências:

- a falta de tempo do professor para cada aluno acompanhar o experimento;
- a falta de microcontroladores, e equipamentos para enviar os programas para o microcontrolador e mostrar os resultados;
- o alto custo dos equipamentos e programas;
- a desatualização aceleradas dos equipamentos e programas;
- o espaço físico limitado.

A utilização do RExLab pode minimizar estes problemas. Com a utilização de um laboratório de informática com computadores que possuam acesso à Internet e alguns laboratórios de experimentação remota com microcontroladores, é possível atender a uma turma de alunos. Os alunos podem fazer toda a programação no computador e enviá-los via Internet para serem executados em um dos laboratórios remotos. Então, com o auxílio de câmeras de vídeo, ou através do próprio sistema local (sistema cliente do RExLab), é possível observar os resultados obtidos com o código que foi informado.

## Capítulo 4 - Ensaio do Uso do RExLab

### 4.1 - O Ensaio

Através do estudo da aplicação do laboratório remoto para auxiliar o aprendizado do conteúdo de uma disciplina, poder-se-á entender melhor os benefícios e os problemas da aplicação desta tecnologia ao ensino, entretanto, o sucesso ou não desta aplicação pode depender de vários fatores, entre eles o interesse dos alunos e a preparação do professor.

#### 4.1.1 - Objeto do ensaio.

Uma das formas de se obter informações para avaliar a utilização do RExLab no ensino é através de um ensaio. Este ensaio busca a comparação do desempenho dos alunos que utilizam o RExLab e aqueles que estudam microcontroladores de forma tradicional. O uso de programas simuladores como ferramenta de apoio ao ensino de microcontroladores, oferece parâmetros aceitáveis para se fazer uma comparação, apesar dos simuladores oferecerem alguns recursos, como o *debugger* (depuração de erros do programa) e a execução passo a passo, os quais poderiam deixar o RExLab em desvantagem comparativa.

A amostra para análise é restrita pois necessita-se de turmas que estudam o microcontrolador específico da família 8051 e utilizam linguagem de programação *Assembly* para programar o microcontrolador. Além disso, o domínio do professor sobre a utilização do RExLab é de fundamental importância.

O ensaio foi aplicado na turma de alunos do 3º Ano do Curso Técnico em Eletrônica Digital da Escola Técnica do Vale do Itajaí do ano de 2000. Essa turma era composta por 19 alunos que cursavam a disciplina de Programação III.

A escolha por esta disciplina foi em função da mesma apresentar em seu programa o estudo da linguagem de programação *Assembly* para o microcontrolador 8051, essenciais para a análise.

Em relação a microcontroladores foram abordados os seguintes assuntos:

- Características dos 8051;
- Sistema mínimo dos 8051;
- Ciclo de busca de instrução;
- Diagrama de blocos;
- Estrutura de Memória;
- Sinais Gerados;
- Pinagem;
- RAM interna;
- Bancos de Memória;
- Registradores de função especial;
- Modos de Endereçamento de memória;
- Programação
- *Stack pointer*
- Instruções de salto;
- Subrotinas
- Instruções lógicas
- Acumulador;
- Rotação de bits;
- Operações booleanas;
- Operações aritméticas;
- Interrupções;
- Timers;

O objetivo desse tópico da disciplina é que os alunos sejam capazes de entender o funcionamento e saber fazer a programação básica de um microcontrolador 8051.

### 4.1.2 - Objetivo do ensaio

Através do ensaio pretende-se:

- 1) verificar se o RExLab pode ser uma possibilidade real de ensino em substituição da ferramenta tradicional (simulador);
- 2) verificar se o ensino de microcontroladores pode ser melhorado através do uso de uma ferramenta como o laboratório remoto para microcontroladores (RExLab), levando em consideração os poucos recursos didáticos oferecidos pela ferramenta no seu estado atual. Se uma ferramenta deste tipo pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, pode-se também levantar indícios de que outras ferramentas, tais como ferramentas voltadas para o uso profissional, também com poucos recursos didáticos, poderão ser usadas como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem;
- 3) avaliar o desempenho dos alunos quando da utilização prática da ferramenta.

### 4.1.3 - Preparação do ensaio

O ensaio foi preparado em três etapas. A primeira foi a explicação teórica do assunto, sem exercícios práticos. Na segunda os alunos fizeram exercícios práticos da maneira tradicional e foram submetidos a uma avaliação. Na última etapa os alunos fizeram mais exercícios, mas agora usando o RExLab e foram submetidos a uma segunda avaliação, com perguntas diferentes, mas com alguns questionamentos semelhantes as da primeira avaliação.

Para a segunda etapa, o professor dispôs de um laboratório de informática para o ensino do microcontrolador utilizando a ferramenta tradicional, ou seja, o programa simulador de microcontrolador.

Para a etapa seguinte, além do laboratório de informática ligado em rede, o professor contou com três RExLab e o programa de conexão aos laboratórios.

As perguntas dos questionários de avaliação (Anexo 5) foram separadas por assuntos para tornar possível a identificação dos pontos fortes de ensino através do uso da ferramenta. Os assuntos determinados foram os seguintes:

- Estrutura dos microcontroladores, o qual abordaria questões relevantes a estrutura, a

organização e funcionamento do componente microcontrolador, em específico os da família 8051. Informações tais como o tipo de barramento, *clock*, pinagem e memória;

- Programação, que relacionaria questões relevantes a linguagem *Assembly*, funcionalidade dos registradores, *flags*, uso da memória, variáveis, etc;
- Aplicação, relacionado ao entendimento do contexto de utilização e aplicação dos microcontroladores.

A Tabela 4.1 apresenta os valores atribuídos as questões bem como o total por assunto e o geral.

Tabela 4.1 - Valores atribuídos as questões da avaliação.

Nível	Perguntas	Valores	Variação
<b>Estrutura</b>	1	0 ou 1	0 a 1,111
	2	0 ou 1	0 a 1,111
	3	0 ou 1	0 a 1,111
<b>Total Estrutura</b>	<b>3 perguntas</b>	-	<b>0 a 3,333</b>
<b>Programação</b>	4	0 ou 1	0 a 0,083
	5	0 ou 1	0 a 0,083
	6	0 ou 1	0 a 0,083
	7	0, ½, 1	0 a 0,083
<b>Total Programação</b>	<b>4 perguntas</b>	-	<b>0 a 3,333</b>
<b>Aplicação</b>	8	0, ½, 1	0 a 0,083
	9	0, ½, 1	0 a 0,083
	10	0, ½, 1	0 a 0,083
	11	0, ½, 1	0 a 0,083
<b>Total Aplicação</b>	<b>4 perguntas</b>		<b>0 a 3,333</b>
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>11 perguntas</b>		<b>0 a 10</b>

Optou-se por questionários não extensos para evitar que os alunos se desmotivassem e acabassem preenchendo-o erroneamente e até mesmo rasurando-o.

## 4.2 - Análise dos Resultados do Ensaio

Os alunos não sabiam que estavam participando de um experimento, sendo assim, eles não foram influenciados direta ou indiretamente, desvirtuando o resultado do ensaio. As repostas dos questionários encontram-se no Anexo 6.

### 4.2.1 - Desempenho

Para analisar o desempenho foi realizado um teste t sobre os dados da pontuação dos alunos (Tabela 4.2). Estes dados são apresentados no Gráfico 4.1.

Tabela 4.2 - Valores obtidos no teste t da pontuação.

PONTOS	Média	Desv.Pad	N	t	p
Tradicional	7.13	1.63	19	-0.89	0.38
RExLab	7.51	1.78			

Através do cálculo do teste t, não foram verificadas diferenças significativas na pontuação das avaliações, mostrando que o desempenho obtido pelos alunos através das duas ferramentas são equivalentes.

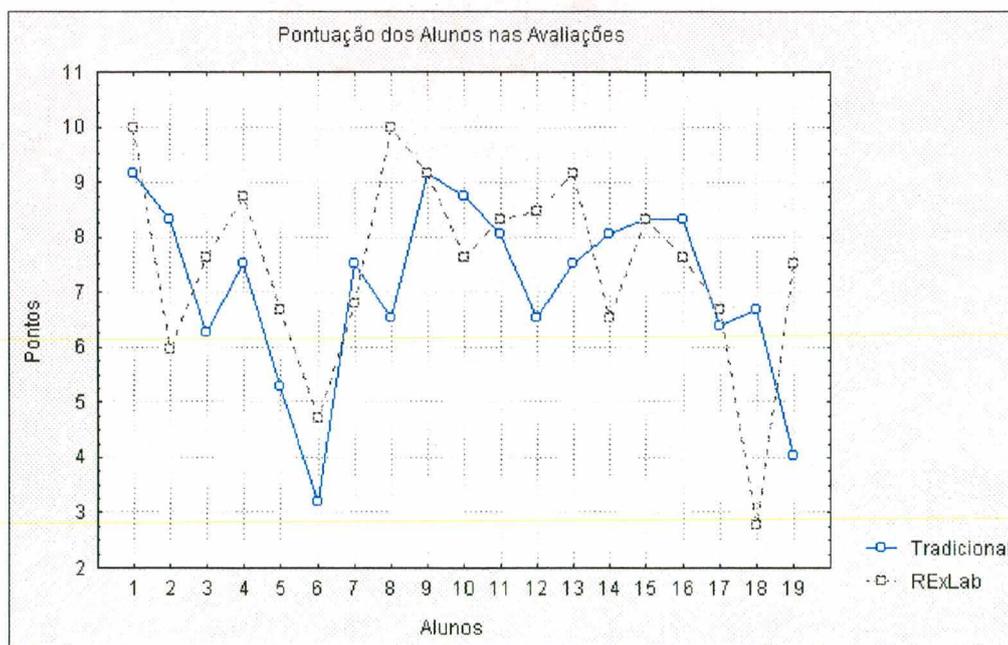


Gráfico 4.1 - Pontuação dos alunos nas avaliações.

Nestes resultados foram consideradas todas as avaliações, inclusive os casos como o do aluno que pontuou 6,5 na primeira avaliação e 2,5 na segunda, o que possivelmente poderia ser resultado de fatores adversos não relacionados ao ensaio. Mesmo que não tenha sido ajudado usando o RExLab, seria improvável que o aluno tenha esquecido o aprendido no ensino tradicional em tão pouco tempo.

A análise do teste t, mostrou que o resultado obtido poderia ter sido diferente se não fossem consideradas as avaliações como no caso mencionado. Isso apontaria para uma diferença significativa o que poderia comprovar um melhor desempenho quando da utilização do RExLab.

A médias simples das avaliações também mostraram uma pequena variação a favor do uso do RExLab.

#### 4.2.2 - Fixação da Aprendizagem

Ao analisar os dados sobre o tempo gasto para a realização das avaliações, conforme o Gráfico 4.2, pode-se identificar que os alunos levaram menos tempo para resolver as avaliações depois que foi utilizado o RExLab.

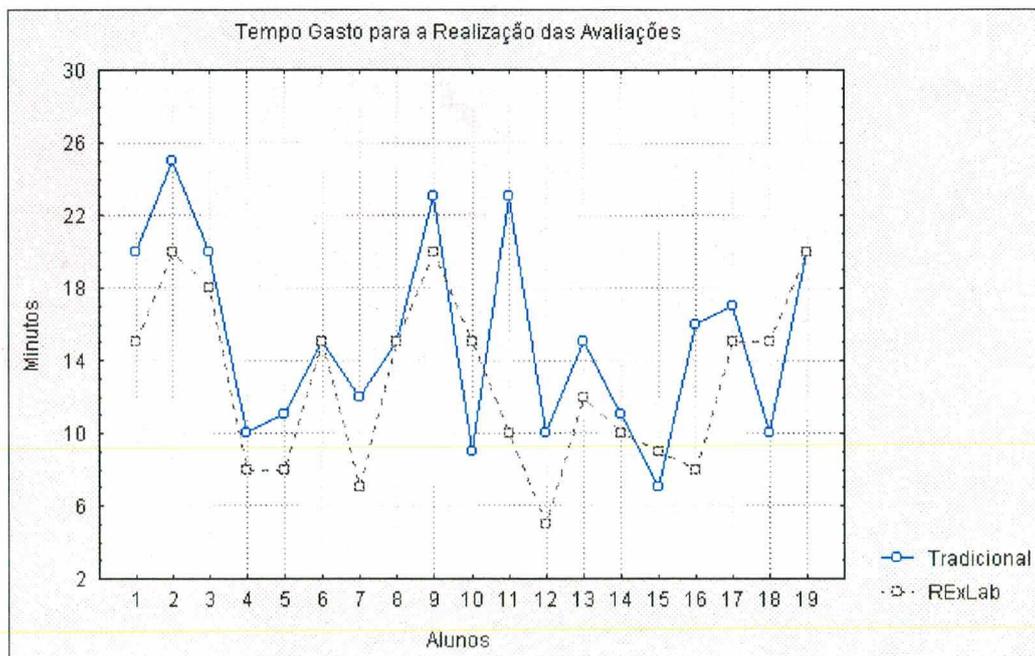


Gráfico 4.2 - Tempo gasto para a realização das avaliações.

O teste t veio comprovar que a diferença de tempos gastos nas duas avaliações era significativa indicando que o aprendizado foi melhor fixado. (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 - Valores obtidos no teste t do tempo para realização da avaliação.

TEMPO	Média	Desv.Pad	N	t	p
Tradicional	15.21	5.39	19	2.33	0.031
RExLab	12.89	4.45			

Observando que a fácil fixação dos exercícios resultaria em mais tempo disponível para o ensino, os alunos poderiam fazer mais exercícios, ou ainda poderiam explorar novos conteúdos, ficando evidenciada a diferença na contribuição desta nova ferramenta para o ensino em relação ao método tradicional.

Outra evidência favorável ao RExLab pode ser verificada observando as respostas referentes ao nível de dificuldade das avaliações (Gráfico 4.3) (Anexo 7). A maioria dos alunos respondeu ter achado que a primeira avaliação foi mais difícil do que a segunda. Mesmo tendo-se cuidado ao elaborar as avaliações para que ficassem com o mesmo nível de dificuldade, o professor entendeu que a segunda avaliação apresentou um nível mais elevado do que a primeira, o que vem reforçar a contribuição da ferramenta para o aprendizado. Entretanto, deve-se ressaltar que essa maior facilidade pode ser atribuída ao fato de que a prática de exercícios faz com que os alunos entendam melhor o conteúdo.

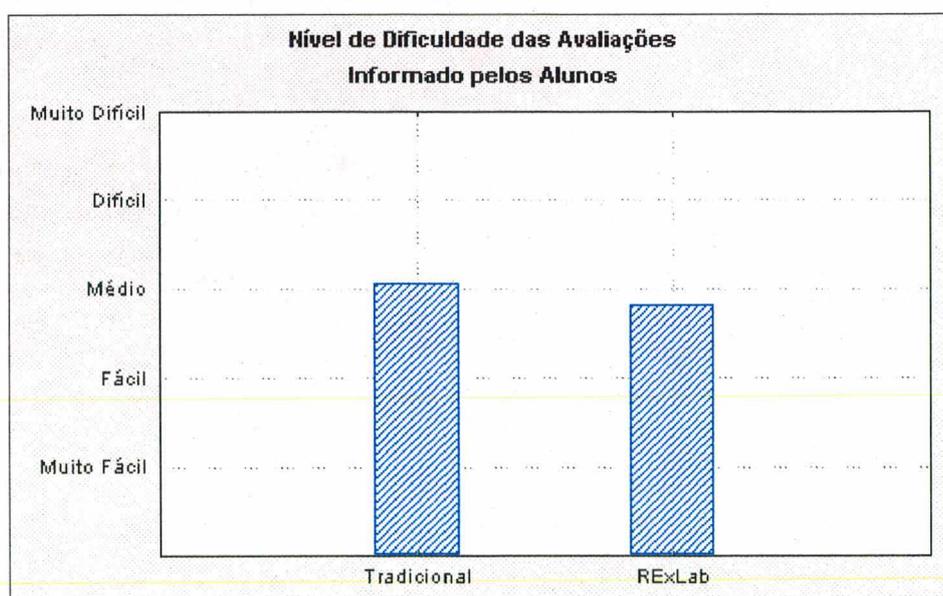


Gráfico 4.3 - Respostas dos alunos quanto ao nível de dificuldade das avaliações.

### 4.2.3 - Tendências

Ao fazer a análise das avaliações por assunto, foram encontradas diferenças nas médias (Gráfico 4.4).

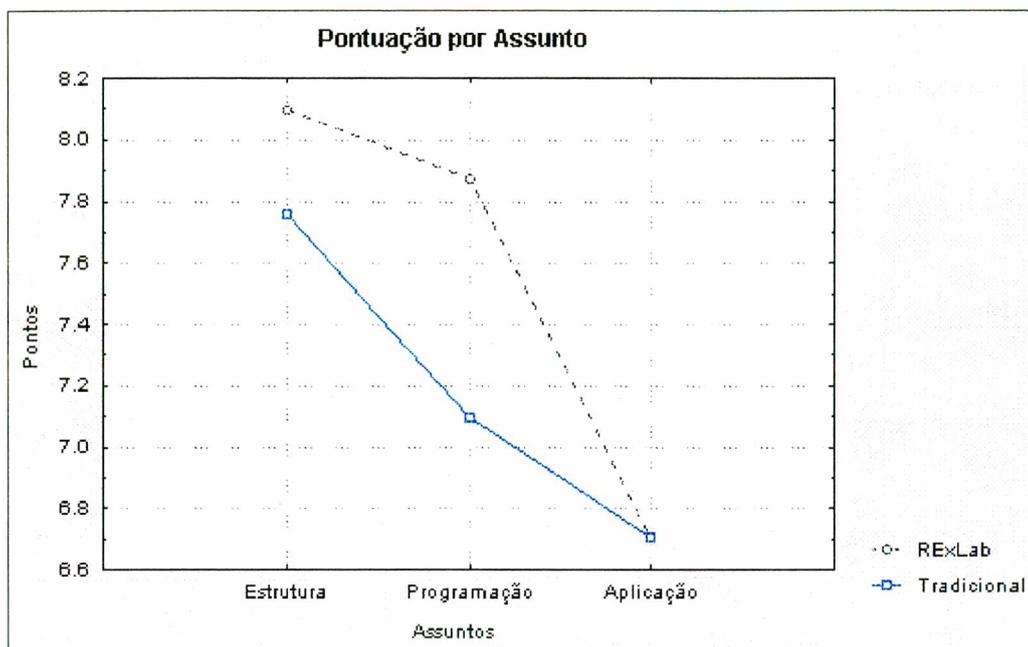


Gráfico 4.4 - Pontuação dos alunos por assunto.

Através dessas médias obteve-se que o assunto programação teve uma melhor fixação pelos alunos. No assunto arquitetura observa-se uma pequena diferença e no assunto aplicação, o uso do método tradicional ou do RExLab, foram equivalentes.

### 4.2.4 - Custo

No que diz respeito aos custos, a utilização do RExLab como ferramenta de ensino é vantajosa em relação aos custos de legalização e aquisição da ferramenta tradicional.

Verificando os preços de aquisição das licenças de uso dos simuladores AVSIM e UMPS observa-se que o custo de preparo de uma sala com 20 computadores com o programa simulador UMPS (mais barato), é de aproximadamente R\$ 2200,00. (Tabela 4.4). Os preços foram obtidos através de uma consulta aos representantes dos produtos e não estão inclusas as taxas de importação (Anexo 8).

**Tabela 4.4 - Preços das licenças de uso dos programas simuladores<sup>1</sup>.**

<b>Ferramenta</b>	<b>Custo (\$U)</b>	<b>Número e tipo de licença</b>
<b>AVSIM</b>	595,00	1 – sem licença educacional
<b>UMPS</b>	299,00	5 – educacional

O programa de conexão nos RExLab é gratuito, dispensando uma análise comparativa de preços. Não são impostas taxas de uso do laboratório remoto, sendo que ele está acessível na Internet sem restrições de acesso, a não ser quando o laboratório está ocupado fazendo outro experimento.

Caso não se tenha uma ligação com a Internet, qualquer computador da arquitetura IBM-PC com um processador 486 ou maior, pode servir como laboratório remoto. Com a adição de uma, ou mais placas do RExLab no computador, dependendo de quantos slots de comunicação o computador possui, e fazendo a instalação do programa servidor é possível se ter um laboratório remoto. Neste tipo de configuração o custo aumenta, mas nunca chega a ultrapassar o valor do simulador.

A ferramenta tradicional apresenta como aspecto relevante a independência de uma estrutura de redes, o que pode beneficiar alguma instituição que não tenha condições financeiras de dispor desta estrutura.

## 4.2.5 - Outros Aspectos Observados

### 4.2.5.1 - Motivação

A possibilidade de fazer um experimento real contribuiu positivamente para a motivação dos alunos. Os alunos sabiam que os resultados obtidos estavam sendo gerados em um sistema real, e que este sistema estava sendo acessado via rede de computadores.

Os alunos sentiram-se estimulados a usar o laboratório remoto, primeiramente por se tratar de uma nova tecnologia, algo que não haviam experimentado, e num segundo momento, pelo desafio de enviar o programa para experimentação e conseguir ver os seus resultados. Eles

<sup>1</sup> Os endereços eletrônicos para consulta de preços foram obtidos através dos sites dos distribuidores: <http://turboguide.com/cdprod1/swhrec/001/954.shtml>; <http://www.avocetsystems.com/>; <http://www.vmdesign.com/>.

também sentiram-se motivados a questionar mais sobre as tecnologias que usam microcontroladores ao utilizar o laboratório remoto.

#### **4.2.5.2 - Utilização**

A utilização do simulador ocorreu de forma satisfatória, cabendo ao professor ensinar o uso das opções da ferramenta. Alguns alunos tiveram dificuldades para entender o acesso as funções e aos resultados do simulador, mas de uma forma geral todos conseguiram utilizar o simulador.

Também foi ensinado aos alunos a utilização do RExLab. Houve problema na realização da conexão, pois haviam muitos alunos para executar experimentos simultaneamente e existiam apenas três laboratórios. Mesmo sendo alertados sobre o fato, alguns alunos acabavam esquecendo-se e deixavam o laboratório remoto conectado sem atividade. Isto pode ser evitado programando-se um rotina simples de desconexão ao verificar um longo tempo de inatividade.

Utilizando o RExLab os alunos tiveram que observar aspectos, tais como tempos reais de execução e as possibilidades de uso das memórias do microcontrolador, que antes não eram relevantes no ensino tradicional. O laboratório pode ter ajudado a perceber mais aspectos da estrutura e da programação do microcontrolador.

#### **4.2.5.3 - Necessidade de Melhorias**

Através dos experimentos realizados pelos alunos foi possível encontrar um problema no RExLab. Explorando as possibilidades do laboratório os alunos encontraram um erro ao tentar usar uma determinada interrupção em algumas situações. O problema foi enviado para estudos para a equipe de desenvolvimento do RExLab.

A inclusão de novos recurso tais como o possibilidade de uso via interface *Web* e a adição de rotinas como a de desconexão por inatividade, poderão facilitar o uso e o entendimento do experimento, e como consequência, aumentarão o potencial de ensino do laboratório.

### **4.3 - Avaliação do Uso**

Uma consulta aos alunos sobre o uso do RExLab foi feita após a sua aplicação. Com um questionário de 10 questões dissertativas, pretendeu-se saber, sobre as dificuldades e a satisfação

no uso da ferramenta. Estes resultados tinham por objetivo indicar a opinião dos alunos em relação à necessidade de melhorias no RExLab (Anexo 4).

Os dados obtidos das questões dissertativas foram analisados e dispostos em valores objetivos para facilitar a sua interpretação e apresentação.

As questões de número 1 até 7 tinham como objetivo verificar o grau de auxílio que o RExLab prestou aos alunos em determinados itens: interface de utilização, apresentação dos resultados, facilidade de uso e ajuda do professor.

A questão 8 visou apontar a necessidade de algum método para dar autonomia para o aprendizado no laboratório.

E finalmente as questões 9 e 10 abriram espaço para os alunos explorarem o que, na sua condição de usuários aprendizes, havia faltado e o que poderia ser feito para melhorar o laboratório.

#### 4.3.1 - Análise Sobre o Uso

Cerca de 90% dos alunos acharam fácil de usar o laboratório. Algumas respostas mais elaboradas associaram uma certa dificuldade de uso em relação a quantidade de laboratórios disponíveis, ou a quantidade de conexões simultâneas, que tornaria possível um maior número de alunos usarem o laboratório simultaneamente. Dos alunos, 77% disseram que o laboratório ajudou a entender a programação de microcontroladores.

A proposta de uma interface *Web* agradou muito. Apesar de não acharem difícil o entendimento dos resultados apresentados pelo programa RExLab-Cliente, eles acharam que a interface *Web* poderia facilitar o acesso ao Laboratório já que não seria necessário copiar e instalar o programa RExLab-Cliente.

Quase que por unanimidade a turma respondeu que o RExLab ajudou o professor a expor o conteúdo das aulas. Alguns ressaltaram a grande importância das explicações do professor no entendimento do funcionamento do microcontrolador e da forma de uso do RExLab.

A maioria dos consultados respondeu que seria muito importante a inclusão de

programas de exemplos, pois poderiam usar os exemplos para fazer seus próprios programas.

Uma dificuldade citada, foi o suporte para localização de erros. Quando um programa é submetido ao laboratório não existe um “*debugger*”, para acompanhar a execução do programa passo-a-passo, ou instrução-a-instrução. Na maioria dos casos, uma simples instrução de parada tornaria possível a verificação dos registradores para se fazer a depuração do programa, mas alguns alunos esqueceram de usar esta técnica e esperavam dispor de um ambiente como o da linguagem de programação Turbo Pascal, o que seria um recurso muito útil.

Os alunos ainda puderam informar o que, na sua opinião, poderia ser melhorado no RExLab. A inclusão de mais laboratórios foi a opinião mais informada, seguida da inclusão de um sistema de “*help*”, onde poderiam ter exemplos e informações para auxiliar o aluno.

As respostas do questionário apontaram que o RExLab, no seu estado atual, está auxiliando os alunos a aprender a programação e entender o funcionamento do microcontrolador 8051 (Gráfico 4.5).

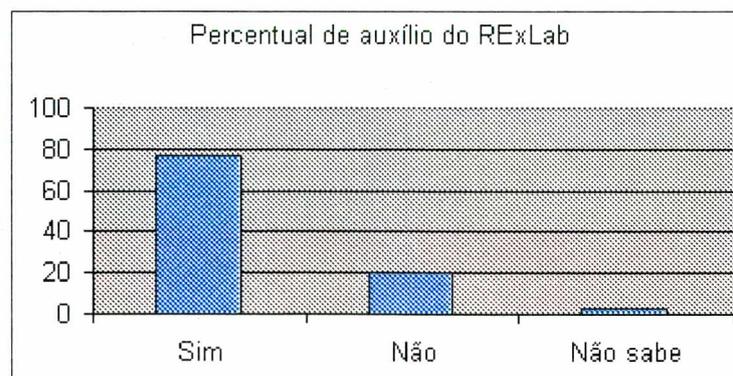


Gráfico 4.5 - Percentual de auxílio do RExLab na opinião dos alunos

Estes valores apontam que a grande maioria dos alunos comprovaram a contribuição do RExLab para o seu aprendizado.

## Capítulo 5 - Conclusões e Recomendações

### 5.1 - Conclusões

As novas tecnologias que estão surgindo podem ser incrementadas com a finalidade de torná-las eficazes para o ensino e o aprendizado.

O Laboratório de Experimentação Remota (RExLab), que faz parte destas tecnologias, mostrou ser útil para o aprendizado prático da programação de microcontroladores, e consequentemente ajudou a entender o funcionamento desses “computadores de um só chip”.

Os benefícios oferecidos pelo RExLab se estendem por causa da sua disponibilidade na Internet, tornando possível que qualquer pessoa, em qualquer lugar do mundo, possa aprender com seus próprios experimentos no horário que lhe for mais conveniente.

Os ambientes virtuais de ensino, como no caso do RExLab oferecem vantagens tais como:

- a não necessidade de se estar presente no local do experimento;
- a utilização de um recurso que não está local;
- a interação com o mundo real;
- e a redução de custos.

E desvantagens tais como:

- a limitação de alguns tipos de tarefa, como por exemplo a conexão das memórias; *displays* e outros componentes no microcontrolador em tempo real;
- a necessidade de uma rede de comunicação.

Mesmo não se tratando de resultados conclusivos, a afirmativa que o RExLab pode ser

utilizado em substituição a ferramenta tradicional e com vantagens em relação ao tempo de ensino, é verdadeira.

O tempo com o ensino de microcontroladores e disciplinas afim pode ser minimizado, disponibilizando um tempo maior para a fixação do conteúdo, ou senão para o aprendizado de outros tópicos. O aprendizado acelerado torna-se essencial na sociedade atual, onde a aquisição de cada informação pode fazer a diferença.

Apesar de contribuir para o ensino e o aprendizado, o RExLab pode se tornar uma ferramenta ainda mais produtiva. A adição de alguns recursos visando o aperfeiçoamento didático da ferramenta são fundamentais para isso. Recursos tais como exercícios já resolvidos e tutoriais que forneçam maiores explicações sobre os microcontroladores e sobre o uso do laboratório fazem parte dessas melhorias. Estas adições trariam maior autonomia aos usuários que desejassem aprender por si só a utilizar e programar o 8051.

As aulas com o auxílio do RExLab devem ser bem planejadas para evitar contratempos por problemas de instalação, funcionamento do laboratório de informática, da Internet e dos laboratórios de experimentação remota. O tempo ocioso, devido a espera pela conexão, pode ser ocupado com pesquisa em sites relacionados ao assunto.

Outra conclusão foi de que o uso do RExLab, pelo fato de ser uma nova tecnologia, excitou os alunos dando-lhes maior motivação para explorar o conteúdo.

## **5.2 - Recomendações**

Como o uso do RExLab foi possível aprimorar o ensino do microcontrolador 8051, entretanto, melhorias são visíveis para obter-se um proveito maior dessa tecnologia.

Uma característica desejável no RExLab é a possibilidade do laboratório oferecer aprendizado autônomo, sem a obrigatoriedade do uso de professores e livros, o que no seu estado atual não é possível. Para tanto, o desenvolvimento de um ambiente integrado de ensino que funcione junto com o laboratório torna-se imprescindível. Este ambiente integrado poderia ter os seguintes recursos:

- disponibilização de exemplos e exercícios;

- disponibilização de tutoriais de auxílio ao aprendizado de microcontroladores;
- adição de um sistema de *help* do laboratório;
- criação de uma interface hipermídia;
- adição de um banco de dados de experimentos;
- automatização da montagem e link edição;
- criação de um sistema de execução passo-a-passo e recursos de depuramento de erros nos código;
- relação de sites da Internet relacionados ao assunto.

Outras melhorias poderiam facilitar o uso dos laboratórios, tais como a adição dos seguintes recursos:

- criação de um sistema de acesso facilitado, através de um sistema de localização de laboratórios ociosos, que minimizasse o tempo de espera para utilização de um laboratório remoto, conseqüentemente, aumentando a utilização da ferramenta pelos alunos. possibilitar o uso de laboratórios ociosos para melhor aproveitar o tempo e os recursos dos laboratórios disponíveis;
- criação de uma interface de comunicação com o aluno mais interativa e didática - aproveitar os recursos de hipermídia da *WEB*, que incrementar o conteúdo e que faria o acesso através do programa navegador de Internet, e o tornaria independente do sistema operacional que está buscando as informações;
- modificações no hardware do laboratório a fim de permitir acessos simultâneos (Figura 5.1);

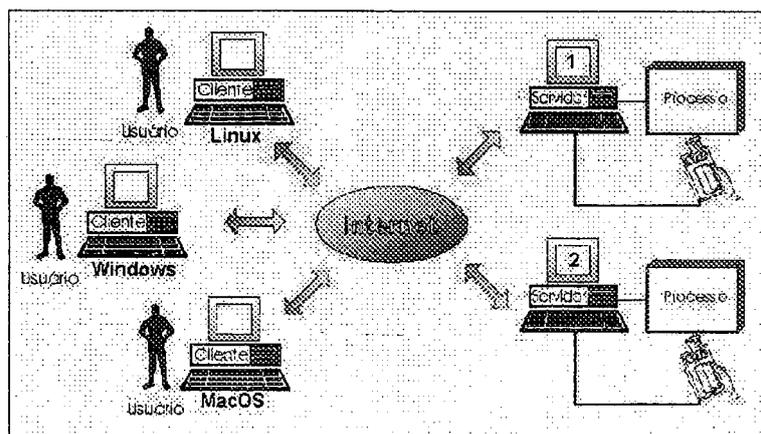


Figura 5.1 - Melhorias no RExLab – Acesso via WEB e concorrente.

---

O acesso via WEB e o acesso concorrente ao laboratório flexibilizariam o uso do laboratório. A figura mostra o acesso aos laboratórios remotos sendo feito por usuários através de várias plataformas, e permitindo acessos simultâneos aos laboratórios;

Algumas destas recomendações podem ser facilmente implementadas trazendo resultados rápidos e práticos, tais como a criação de uma interface *WEB*, a criação de um sistema de *help* e a disponibilização de tutoriais. Outras dependem de modificações no hardware e modificações mais profundas nos programas do laboratório, por isso podem tomar muito tempo e planejamento, como a inclusão de ferramentas de depuração e o acesso concorrente ao laboratório.

Apesar do estudo ter comprovado que através do laboratório é possível ensinar alunos que já tiveram algum contato com linguagem *Assembly* pelo método convencional, seria interessante confirmar a aplicação do RExLab em turmas que nunca tiveram contato com esta linguagem, para relacionar a velocidade com que a linguagem é assimilada pelos alunos com a eficácia do ensino proporcionado.

A realização de pesquisas em outras turmas, e com outras disciplinas que também podem se beneficiar com o RExLab, certamente trariam informações que contribuiriam para a comprovação dos resultados obtidos.

## Referências Bibliográficas

8052.COM. 8051 Tutorial. <http://www.8052.com/tut8051.htm>. 27/set/2000

ABREU, Rosane de A. dos Santos. Software Educacional ou Caráter Educacional do Software. **Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, v 26, n 142, p.23-26, jul/ago/set, 1998.

ALVES, João da Mota Alves. Universidade Federal de Santa Catarina. Laboratório de Experimentação Remota. Disponível na Internet, <http://www.inf.ufsc.br/~jbosco/rex1p.htm>. 27/set/2000.

BOLZAN, Regina de F. F. de A. **O Conhecimento Tecnológico E O Paradigma Educacional**. Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina.

BRITISH-AMERICAN TOBACCO. **Controlador de Temperaturas CLL2000 para estufas LL. Manual de Operação**. Souza Cruz Tabacos SA. Santa Cruz do Sul, 1996.

CARNEGIE MELLON UNIVERSITY. **The Virtual Lab: Engineering the Future**. Disponível na Internet. <http://www.ece.cmu.edu/~stancil/virtual-lab/virtual-lab.html>. 27/set/2000.

CHAVES, Eduardo O. C. **Tecnologia na Educação**. Disponível na Internet. <http://www.edutecnet.com.br/edconc.htm>. 27/set/2000.

CONGRESSO DA REDE IBEROAMERICANA DE INFORMÁTICA. IV, 1998a, Rio de Janeiro. **Design Instrucional E Construtivismo: Em Busca De Modelos Para O Desenvolvimento De Software**. out/1998. Disponível na Internet <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie98/250M.html>. 26/set/2000

CONGRESSO DA REDE IBEROAMERICANA DE INFORMÁTICA. IV, 1998b, Rio de Janeiro. **Online Education: Pedagogical, Administrative, and Technological**

- Opportunities and Limitations.** out/1998. Disponível na Internet <http://home.nettskolen.nki.no/~morten/RIBIE>. 27/set/2000
- ENCICLOPÉDIA BRITÂNICA. Enciclopédia Britânica On-line.** Pesquisa por Realidade Virtual. Disponível na Internet. <http://search.eb.com>. 17jun/2000.
- GARCIA, Paulo Sérgio. A Internet como nova mídia na educação** Disponível na Internet. <http://www.geocities.com/Athens/Delphi/2361/intmid.html>. 24/jan/2000.
- GUERRERO, Guillermo Covarrubias. Proyectos Colaborativos.** Disponível na Internet. <http://www.nalejandria.com/00/colab/proyectos-colaborativos.htm>. 25/set/2000.
- HARRIS, Leslie.D. Composition In Cyberspace: A Model For Collaborative Teaching And Learning.** Disponível na Internet. <http://www.cyberstation.net/hf/rtic/moo/lharrisj.htm>. 25/set/2000.
- HECKMAN, Brian, OWENS, Dwight. Pedagogical Contributions of Educational Environments: The Traditional Classroom, Computer-based Learning, and the World Wide Web.** Presented to the American Meteorological Association meeting in January 1996 January 1996. Disponível na Internet. <http://www.comet.ucar.edu/presentations/ams96/index.htm>. 27/set/2000.
- HILTZ, S.R, TUROFF, M. Video Plus Virtual Classroom for Distance Education: Experience with Graduate Courses,** Conference on Distance Education in DoD, National Defense University, February 11th and 12th, 1993. Disponível na Internet. <http://eies.njit.edu/~turoff/Papers/dised2.htm>. 27/set/2000.
- HILTZ, S.R. The Virtual Classroom: Learning without Limits Via Computer Networks.** Ablex: Norwood: Ablex, 1994.
- HILTZ, Starr Rozanne. The Virtual Classrom: Learning Without Limits Via Computer Networks.** 2a ed. Norwood, NJ: Ablex, 1995.
- LAQUEY, Tracy, RYER, Jeanne C. O Manual da Internet.** Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- MACHADO, Mardem de Almeida. Ensino De Matemática Financeira Por CBT - Uma Abordagem Metodológica.** Florianópolis, 1998. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Universidade

- Federal de Santa Catarina. Disponível na Internet. <http://www.eps.ufsc.br/teses98/mardem/>. 27/set/2000.
- METALINK CORPORATION. **8051 Cross Assembler User's Manual**. Arizona: Chandler, 1990.
- MORAN, José Manuel. Interferências dos Meios de Comunicação no Nosso Conhecimento. **Tecnologia Educacional**. Rio de Janeiro - v. 25, 123/133p. Set/1996.
- PABLOS, J. JIMÉNEZ, J. **Nuevas Tecnologías, Comunicación Audiovisual y Educación**. Barcelona: Cedecs, 1998. págs. 177-211.
- PALDÊS, Roberto Avila. **O Uso da Internet no Ensino Superior: Estudo do Caso da Universidade de Brasília**. Brasília, 1999. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Católica de Brasília. Disponível na Internet. <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Launchpad/5606/doc1.html>. 27/set/2000.
- PANTELIDIS, Verônica S. Reasons to Use Virtual Reality in Education. **VR in the Schools**. v1, n1, p9, Jun/1995.
- PANTELIDIS, Verônica S. Suggestions on When to Use and When Not to Use Virtual Reality in Education. **VR in the Schools**. v2, n1, p18 Jun/1996.
- PANTELIDIS, Verônica S. Virtual Reality in the Classroom. **Educational Technology**. v33, p23-27, Apr/1993.
- PINHO, Márcio Serolli. **Tutorial: Realidade Virtual. Uma Introdução à Realidade Virtual**. 1998. Grupo de Realidade Virtual. Instituto de Informática. Disponível na Internet. <http://www.di.ufpe.br/~if124/tutrv/tutrv.htm>. 27/set/2000.
- PREDKO, Myke. **Programming and Customizing the 8051 Microcontroller**. Scott Grillo: McGraw-Hill, 1999.
- RITTO, Antônio Carlos de Azevedo. **Informatização da Sala de Aula - Um Trabalho Evolutivo**. 1998. Disponível na Internet. [http://www.uol.com.br/achademia/midia\\_a.htm](http://www.uol.com.br/achademia/midia_a.htm). 27/set/2000.

- SALINAS, Jesús M. **Telemática y educación: expectativas y desafíos**. 1996. Universidad de las Islas Baleares - Departamento de Ciencias de la Educación. Disponível na Internet. <http://www.ull.es/departamentos/didinv/tecnologiaeducativa/doc-salinas.27/set/2000>.
- SEABRA, C., Software Educacional e telemática: novos recursos para a escola, **Revista Lecionare**, n2, nov/1994.
- SHARBAT, Aviva, PASSIG David. **Future Mission Statements of VR in Education. School of Education**. 1998. Bar-Ilan University. Disponível na Internet. <http://users.hub.ofthe.net/~mtalkmit/EdVRdirections.htm.out/1998>.
- SILVA JÚNIOR, Vidal Pereira da. **Microcontroladores**. São Paulo: Érica, 1988.
- SOARES, L. F. G., LEMOS G. e COLCHER S.: **Das LANs, MANs e WANs às Redes ATM**, 2ª Ed., Rio de Janeiro, RJ, Campus, 1995.
- TANENBAUM, A. S. **Computer Networks**. 3rd Ed., Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1996.
- UNIVERSITY OF BRADFORD. **The Bradford Robotic Telescope Team. Bradford Robotic Telescope in the Web Operation**. Disponível na Internet <http://www.telescope.org/rti/use.html>. 27/set/2000.
- UNIVERSITY OF WESTERN AUSTRALIA. **Robotics Group. Tutorial of Telerobot in the Web**. Disponível na Internet. <http://telerobot.mech.uwa.edu.au/newrobot/htdocs/tutorial.htm>. 27/set/2000.
- VALENTE, Vânia Cristina Pires Nogueira. **Novas tecnologias mudam métodos tradicionais de ensino**. 1997. Disponível na Internet. <http://www.bauru.unesp.br/fc/boletim/informat/artigov.htm>. 27/set/2000.
- WEININGER, Markus J. **Exemplos do Uso Criativo de Recursos Informatizados para o Ensino de Línguas**. 1998. Disponível na Internet. <http://www.cce.ufsc.br/lle/alemao/markus/exemplos.html>. 27/set/2000.
- WINN, William. **A Conceptual Basis for Educational Applications of Virtual Reality. Human Interface Technology Laboratory**. 1993. Washington Technology Center, -

---

University of Washington. <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-93-9/27/set/2000>.

**WISINTAINER, Miguel Alexandre. RExLab – Laboratório de Experimentação Remota com o Microcontrolador 8051.** Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) - Programa de Pós-graduação em Ciências da Computação – Universidade Federal de Santa Catarina.

**ZILLI, Adriana Tissi, ZANELATTO, Neto, Atílio. A Utilização da Internet nas Escolas.** Curitiba, 1997. Monografia (Especialização em Informática na Educação) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Disponível na Internet. <http://www.geocities.com/Colosseum/Loge/7978/adri.html>. 27/set/2000.

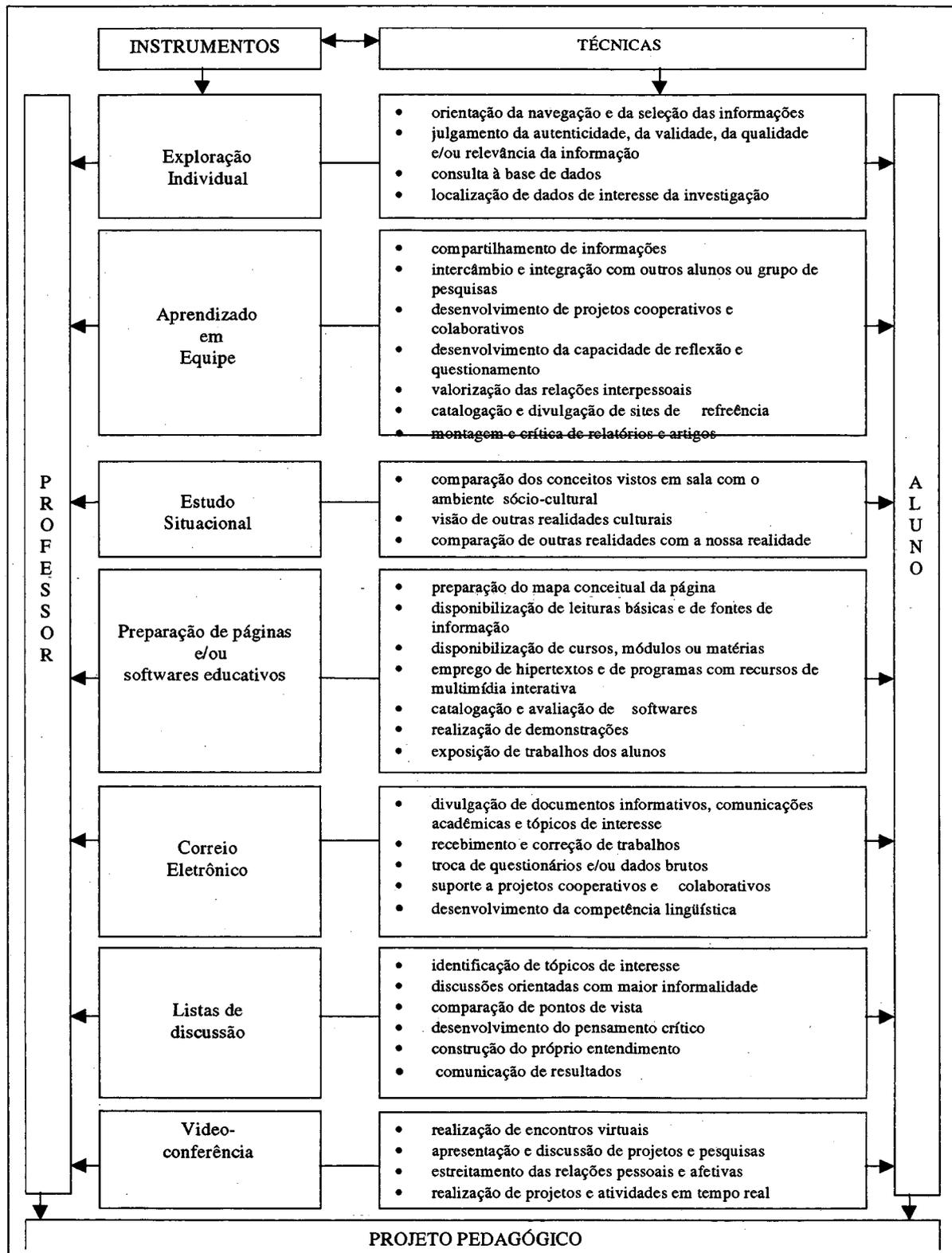
## Bibliografia

- \_\_\_\_\_, **Elektor Electronics**. p. 24-26 may, Elektor Electronics Publishing England, 1991.
- \_\_\_\_\_, **Elektor Electronics**. p. 11 december, Elektor Electronics Publishing, England, 1998.
- \_\_\_\_\_, **Elektor Electronics**. p. 16 december, Elektor Electronics Publishing, England, 1997.
- \_\_\_\_\_, **Elektor Electronics**. p. 56 july/august, Elektor Electronics Publishing, England, 1998.
- \_\_\_\_\_, **Saber Eletrônica**. N. 306, p. 6-12 julho, Saber Ltda, São Paulo:Brasil, 1998
- \_\_\_\_\_, **Saber Eletrônica**. N. 307, p. 2-5 agosto, Saber Ltda, São Paulo:Brasil, 1998
- BIANCHI, Luiz. Estudo de Caso: O Modelo de Educação A Distância em Informática Básica na FURB**. Blumenau, 1998. Monografia (Especialização em Tecnologias de Desenvolvimento de Sisteams) - Universidade Regional de Blumenau.
- BIZZOTTO, Carlos Eduardo Negrão. Influência de Uma Utilização de Desenvolvimento Sobre a Qualidade do Software: Um Enfoque Quantitativo**. Florianópolis, 1992. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- CHEN, S.H., Chen R., Ramakrishnan V., Hu S.Y., Zhuang Y., Ko C.C, Chen B. M. C.C. Ko and Ben M. Chen. Development of Remote Laboratory Experimentation through Internet**. IEEE Hong Kong Symposium on Robotics and Control, Hong Kong, China, 1999. Disponível na Internet. <http://vlab.ee.nus.edu.sg/vlab/publication.html>. 27/set/2000.
- COSTA, Romeu. Realidade Virtual Na Educação**. Disponível na Internet. <http://lsm.dei.uc.pt/Aulas/SF/9899/RCosta/>. 25/set/2000.
- ECO, Umberto. Como se Faz Uma Tese**. 14a ed. São Paulo, SP: Perspectiva, 1998.

- HEINZLE, Roberto. **Protótipo de Uma Ferramenta para Criação de Sistemas Especialistas Baseados em Regras de Produção**. Florianópolis, 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- KUHN, Thomas S. **Estrutura das Revoluções Científicas**. 5ª ed. São Paulo: Editora Perspectiva.
- LAMPSON, B.J. , M. Paul, e H. J. Siegart. **Distributed Systems : Architecture and Implementation, an Advanced Course**. New York : Springer, 1981. 510p.
- MARQUES, L.C., WISINTAINER, M.A., MATIAS JR., R., MAIA, L.F.J., ALVES, J.B.M. **Laboratório de Experimentação Remota**. Anais do XXIV Seminário Integrado de software e hardware, p 363-374, Brasília: Brasil, 1997.
- MARQUES, L.C., WISINTAINER, M.A., MATIAS JR., R., MAIA, L.F.J., ALVES, J.B.M. **Remote Experimentation with Microcontrollers: Three Case Studies**. Anais do "International Network conference". p. 240-246, England, 1998
- NÉRICI, Imídeo Giuseppe. **Metodologia do Ensino: Uma Introdução**. 3ª ed. São Paulo, SP. Atlas, 1989.
- ODEBRECHT, Clarisse. **O Microcomputador e o Processo Ensino-Aprendizagem**. Monografia (Especialização em Metodologia do Ensino Superior) - Universidade Regional de Blumenau. 1989.
- TAFNER, Malcon Anderson. **Reconhecimento de Palavras Faladas Isoladas Usando Redes Neurais Artificiais**. Florianópolis, 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- TUBINO, Manuel José Gomes. **Tecnologia Educacional: das máquinas de aprendizagem à programação funcional por objetivos**. São Paulo, SP. Ibrasa, 1939.
- VIEIRA, Sônia. **Como Escrever Uma Tese**. 3a ed. São Paulo, SP: Pioneira, 1996.

## Anexos

## Anexo 1- Instrumentos e técnicas de aplicação da Internet em aulas



Fonte: Adaptado de Bolzan, 1998; Congresso da Rede Iberoamericana. de Informática, 1998a.  
Congresso da Rede Iberoamericana. de Informática, 1998b



### Anexo 3 - Conjunto resumido de instruções do 8051

<b>ACALL</b>	Absolute Call
<b>ADD,ADDC</b>	Add Accumulator (With Carry)
<b>AJMP</b>	Absolute Jump
<b>ANL</b>	Bitwise AND
<b>CJNE</b>	Compare and Jump if Not Equal
<b>CLR</b>	Clear Register
<b>CPL</b>	Complement Register
<b>DA</b>	Decimal Register
<b>DIV</b>	Divide Accumulator by B
<b>DJNZ</b>	Decrement Register and Jump if Not Zero
<b>INC</b>	Increment Register
<b>JB</b>	Jump if Bit Set
<b>JBC</b>	Jump if Bit Set and Clear Bit
<b>JC</b>	Jump if Carry Set
<b>JMP</b>	Jump to Address
<b>JNB</b>	Jump if Bit Not Set
<b>JNC</b>	Jump if Carry Not Set
<b>JNZ</b>	Jump if Accumulator Not Zero
<b>JZ</b>	Jump if Accumulator Zero
<b>LCALL</b>	Long Call
<b>LJMP</b>	Long Jump
<b>MOV</b>	Move Memory

<b>MOVC</b>	Move Code Memory
<b>MOVX</b>	Move Extended Memory
<b>MUL</b>	Multiply Accumulator by B
<b>NOP</b>	No Operation
<b>ORL</b>	Bitwise OR
<b>POP</b>	Pop Accumulator From Stack
<b>PUSH</b>	Push Accumulator Onto Stack
<b>RET</b>	Return From Subroutine
<b>RETI</b>	Return From Interrupt
<b>RL</b>	Rotate Accumulator Left
<b>RLC</b>	Rotate Accumulator Left Through Carry
<b>RR</b>	Rotate Accumulator Right
<b>RRC</b>	Rotate Accumulator Right Through Carry
<b>SETB</b>	Set Bit
<b>SJMP</b>	Short Jump
<b>SUBB</b>	Subtract From Accumulator With Borrow
<b>SWAP</b>	Swap Accumulator Nibbles
<b>XCH</b>	Exchange Bytes
<b>XCHD</b>	Exchange Digits
<b>CRL</b>	Bitwise

Fonte: Wisintainer, 1999.

**Anexo 4 - Resultados do questionário de avaliação do uso do RExLab**

Questões/Opções	Sim	Não	NãoSabe /Nulo
1 – Você acha fácil usar o RExLab?	17	2	0
2 – O RExLab ajudou a aprender como programar um microcontrolador?	16	3	0
3 – O RExLab ajudou a entender o funcionamento de um microcontrolador?	14	5	0
4 – Uma interface Web para o RExLab facilitaria o uso?	17	2	0
5 – Uma interface Web para o RExLab facilitaria o entendimento?	11	8	0
6 – Usando a forma tradicional, com protoboards e gravadores de memória, existe muita diferença do que com o uso do RExLab?	9	6	4
7 – O RExLab ajudou o professor a expor o conteúdo ou não, complicou?	18	1	0
8 – A inclusão de programas de exemplo seria de grande ajuda para o entendimento?	16	2	1

Questão/Opções	Conexão	Achar erros	Não sabe	Outros
9 – No processo como um todo, desconsiderando a programação em si, qual o passo mais difícil e por que?	9	2	3	5

Questão/Opções	Mais labs	Help	Não sabe	Outros
10 – O que poderia ser melhor no RExLab?	4	2	6	7

## **Anexo 5 – Questionários de avaliação do aprendizado de microcontroladores**

### **Primeiro questionário**

**Colégio Técnico da ETEVI**

**Primeira Avaliação de Aprendizado de Microcontroladores**    Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Aluno: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Início: \_\_\_/\_\_\_ Fim: \_\_\_/\_\_\_

- 1 - Quais os tipos de memória que os 8051 podem usar?
  - a) RAM externa, RAM interna (memória de bit, SFRs);
  - b) ROM interna, ROM externa, SFRs externo;
  - c) Memória secundária, memória primária, memória volátil;
  - d) Memória de bit, EPROM primária, EPROM secundária;
- 2 - O que são as SFRs?
  - a) Um recurso para determinar falhas;
  - b) Funções implementadas pelo programador;
  - c) Memórias que controlam funções específicas do 8051;
  - d) Bibliotecas de funções que podem ser reprogramadas;
- 3 - O que são consecutivamente o DPTR e o PC?
  - a) uma memória intel, uma memória IBM;
  - b) ponteiro de dados, contador de programa;
  - c) contador de programas, ponteiro de dados;
  - d) barramento de dados, barramento de controle;
- 4 - Qual dos comandos abaixo utiliza o modo de endereçamento direto?
  - a) MOV A,#20h    b) MOV A,30h    c) MOV A,@R0    d) MOVX A,@DPTR
- 5 - Qual dos procedimentos abaixo eh necessário para carregar um programa no microprocessador?
  - a) linkar o fonte; montar; e chamar o nome do programa;
  - b) linkar o fonte; compilar; e usar o comando copy;
  - c) montar o fonte; linkar; envia-lo para uma área de armazenamento do microcontrolador;
- 6 - O que acontece quando uma interrupção termina?
  - a) o processador dá um jump para o início do programa;
  - b) é executada a instrução RETI para retornar ao controle do programa;
  - c) a memória é apagada para outro programa executar;
  - d) é executado um GOTO para a voltar ao programa;
- 7 - Para que é necessário compilar e link-editar um programa antes de ser enviado para o microprocessador?
- 8 - Cite 3 componentes externos que podemos ligar a um microprocessador?
- 9 - Onde aplica-se um microcontrolador e onde aplica-se um microcomputador?
- 10 - Cite 1 situação onde o microcontrolador deve controlar precisamente os tempos para garantir o funcionamento do equipamento que ele está controlando.
- 11 - Quais dos equipamentos abaixo poderiam ser controlados por microcontrolador?
  - a) geladeira, fogão, liquidificador;
  - b) televisão, rádio, barbeador elétrico;
  - c) máquina de cortar grama, serra elétrica, furadeira;
  - d) todas as respostas acima estão corretas;

## Segundo questionário

**Colégio Técnico da ETEVI**

**Segunda Avaliação de Aprendizado de Microcontroladores**    Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Aluno: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Início: \_\_\_/\_\_\_ Fim: \_\_\_/\_\_\_

- 1 - Na estrutura interna de um microcontrolador podemos encontrar componentes como:
  - a) barramentos; regulador de voltagem; pinos de entrada/saída;
  - b) memórias; registradores; slots; interrupções;
  - c) UCP; memórias; registradores; timer e clock; interrupções;
  - d) UCP; LCD; timer e clock; pinagem.
- 2 - O modo pelo qual o microcontrolador consegue interagir com componentes externos é chamado de:
  - a) timer;            b) interrupção;    c) assembly;        d) mem. estática; e) I/O (P0, P1, P2, P3).
- 3 - O que são os registradores?
  - a) são portas do microcontrolador;                    b) são endereços de memória externo;
  - c) são áreas de armazenamento da UCP do microcontrolador
  - d) são programas que recebem dados na memória
- 4 - Em um microcontrolador, como fazer um programa em Assembly começar no endereço 8000 da memória?
- 5 - Qual dos procedimentos abaixo é necessário para carregar um programa no microcontrolador?
  - a) montar o programa em assembly; linkar; envia-lo para uma área de armazenamento do microcontrolador;
  - b) linkar o programa; montar; chamar o nome do programa;
  - c) linkar o programa; montar e compilar; usar o comando copy;
- 6 - Qual dos procedimentos abaixo faz um programa Assembly ser executado em um microcontrolador?
  - a) executar o programa init;            b) forçar a interrupção de reset;
  - c) chamar o nome do programa;
- 7 - Por que não pode-se enviar um programa escrito em Assembly diretamente para o microcontrolador?
  - a) evitar enviar um programa com erros para o microcontrolador;
  - b) o microcontrolador somente entende o código de máquina;
  - c) cada microcontrolador entende o seu próprio conjunto de código de máquina;
  - d) todas as respostas acima estão corretas;
- 8 - Cite 3 componentes externos que podemos ligar nas portas de I/O de um microcontrolador?
- 9 - Cite 3 lugares onde existem microcontroladores?
- 10 - Qual a diferença principal entre um microprocessador e um microcontrolador?
- 11 - Em uma aplicação prática, como deve terminar um programa para um microcontrolador?
- 12 - No geral, com qual ferramenta você achou que aprendeu mais sobre os microcontroladores?
  - a) simulador;
  - b) RExLab.
- 13 - Usando de 1 até 5, diga o nível de dificuldade das duas avaliações sobre microcontroladores. (1 - muito fácil; 2- fácil; 3-médio; 4-difícil; 5- muito difícil)  
\_\_\_\_\_ - esta avaliação;  
\_\_\_\_\_ - a primeira avaliação;

## Anexo 6 - Resultados dos questionário de avaliação do aprendizado de microntroladores

### Primeiro questionário

Primeiro questionário – no modo tradicional													
Aluno	Estrutura			Programação				Aplicação				Dur. (min)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Allan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20
Anderson	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	25
Andre	1	1	1	0	0	0	1	0	0,5	1	1	1	20
Daniel	1	1	1	1	1	0	0	0,5	0,5	1	1	1	10
Diogenesi	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	11
Fábio	0	0	1	0	0	0	1	0,5	0,5	0,5	0	0	15
Fabrcio	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	12
Fernando	1	0	0	1	1	1	0,5	0,5	0,5	1	1	1	15
Franklyn	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	23
Gilson	1	1	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	0	09
Jaques	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	23
Maurício	0	0	1	0	1	1	0,5	1	1	1	1	1	10
Rafael	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	15
Rodrigo	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Rodrigo	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	07
Sandro	1	1	1	0	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	16
Sidney	1	0	1	0	0	1	1	0,5	0,5	1	1	1	17
Anay	1	1	1	1	0	1	0,5	0	0	0,5	1	1	10
Merilene	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0,5	0	0	20

Pontuação da avaliação usando a ferramenta tradicional

### Segundo questionário

Segundo questionário – com uso do RExLab												
Aluno	Estrutura			Programação				Aplicação				Dur. (min)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Allan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Anderson	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0,5	0	20
Andre	1	1	0	1	1	1	0,5	1	1	0,5	0,5	18
Daniel	1	1	1	1	1	1	0,5	1	1	0	1	8
Diogenes	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	8
Fábio	1	1	0	0	0	1	0,5	0	1	0,5	0	15
Fabrizio	1	1	0	1	1	1	0,5	0	1	0	1	7
Fernando	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Franklyn	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	20
Gilson	1	1	0	1	1	1	0,5	0,5	1	0,5	1	15
Jaques	1	1	1	1	1	0	0,5	1	1	0,5	1	10
Maurício	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0,5	1	5
Rafael	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	12
Rodrigo	0	1	0	1	1	1	1	0,5	1	1	0	10
Rodrigo	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	9
Sandro	1	0	1	1	1	1	0,5	0	1	1	1	8
Sidney	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	15
Anay	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	15
Merilene	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	0	0	20

Pontuação da avaliação após o uso do RExLab

**Anexo 7 – Resultados sobre o nível de dificuldade e ferramenta que mais ajudou no ensino**

Nível de Dificuldade e Ferramenta que mais Ajudou no Ensino												
Aluno	Tradicional					RExLab					+Ajuda	
	Muito Fácil	Fácil	Médio	Difícil	Muito Difícil	Muito Fácil	Fácil	Médio	Difícil	Muito Difícil	Tradicional	RExLab
Allan		X				X						X
Anderson		X						X				X
Andre			X				X					X
Daniel				X				X			X	
Diogenes				X				X			X	
Fábio			X					X			X	
Fabrício					X				X			X
Fernando	-	-	-	-	-			X			X	
Franklyn.				X				X				X
Gilson			X				X					X
Jaques		X					X					X
Maurício		X					X				X	
Rafael		X					X				X	
Rodrigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		X
Rodrigo			X					X			X	
Sandro			X				X					X
Sidney			X				X				X	
Anay		X							X		X	
Merilene					X					X	X	

## **Anexo 8 –E-mails da consulta de preço dos simuladores**

### **Simulador AVSIM**

Subject: Re: Request for Pricing from Avocet Systems Website  
Date: Tue, 26 Sep 2000 17:21:26 -0400  
From: Abbie Johnson <abbie@avocetsystems.com>  
To: fabio@furb.br (Fabio Segundo)

Hello Fabio,

Thank you for your interest in our products.

The price for the AVA51 assembler is \$595. We do not have educational pricing for quantity one. If you are setting up for a classroom, please let me know the number of workstations you have.

At 12:02 PM 9/26/00 -0500, you wrote:

>Below is the result of your feedback form. It was submitted by  
>Fabio Segundo (fabio@furb.br) on Tuesday, September 26, 2000 at 12:02:50

>-----  
>Fabio Segundo  
>Company: Regional University of Blumenau  
>City: Blumenau  
>State / Province: Santa Catarina  
>zip\_postalcode: 89036-000  
>Country: BR:Brazil  
>Chip Support: 8051  
>Tool: Simulator  
>Product Line: Avocet  
>OS: Windows 95, Windows 98  
>Comments: See the price for educational use  
>I appreciate a brief response  
>How Hear: Other Web Link

>-----  
>REMOTE\_HOST: inf207.inf.ufsc.br  
>HTTP\_USER\_AGENT: Mozilla/4.61 [en] (Win98; I)

>  
Best Regards,

Abbie Johnson  
Director of Sales  
Avocet Systems, Inc.

Avocet Systems, Inc.  
Power Tools for Embedded Systems Development  
ProTools by Avocet Systems: Avocet HMI 2500AD Softaid Cactus Logic  
120 Union Street P.O. Box 490 Rockport, Maine 04856  
(207) 236-9055 (800) 448-8500 FAX: (207) 236-6713  
email: abbie@avocetsystems.com  
WEB: <http://www.avocetsystems.com>

## Simulador UMPS

Subject: Re: UMPS price  
 Date: Tue, 26 Sep 2000 15:25:44 +0200  
 From: Philippe <Philippe@vmdesign.com>  
 To: Fabio Rafael Segundo <fabio@furb.br>

At 09:58 25/09/00 -0300, you wrote:

>Hello,  
 >I would like to know the price to acquire the UMPS software simulator  
 >for I to teach the microcontroller 8051 in a school.  
 >I appreciate a brief response.  
 >Thanks,  
 >Fabio Segundo  
 >Microcontroller Programing Professor  
 >

Dear Sir,

Thank you for your interest in our UMPS software, you will find here after our current price list.

Educational prices, beginning at 5 licences (Full licences with ALL libraries):  
 339 Euro per Licence (rate at [www.oanda.com](http://www.oanda.com)).

-----  
 UMPS is a professional tool that allow to reduce time-to-market prototyping using an intelligent simulation.

UMPS is an open architecture, so it is often updated with new resources and CPU.

----- PRICES - Euro -----  
 UMPS + 1 Set of librairies (choose your family lib.)..... 595

Set of Families librairies :

\* UMPS Package 1.85 contains:

- UMPS CD-ROM which contains reference manual (120 pages) in PDF format, technical documentation and applications notes for each microcontroller
- UMPS simulates: about 510 M-Byte of AN. and technical doc.
- INSTALLATION hard key.

Best regards,

Philippe TECHER.

+-----+  
 | Virtual Micro Design |  
 | Technopole Izarbel, |  
 | 64210 BIDART |  
 | FRANCE |  
 | |  
 | Phone: ++33 559.438.458 Fax: ++33 559.438.401 |  
 | |  
 | E-Mail: p.techer@vmdesign.com |  
 | URL: <http://www.vmdesign.com> |  
 +-----+