

Juarez Bento da Silva

**A UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA COMO SUPORTE
PARA AMBIENTES COLABORATIVOS DE APRENDIZAGEM.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Gestão do Conhecimento da Universidade
Federal de Santa Catarina como requisito parcial para
obtenção do título de Doutor em Engenharia de Gestão do
Conhecimento.

Orientador: Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.

Florianópolis
2006.

Juarez Bento da Silva

**A UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA COMO SUPORTE À
AMBIENTES COLABORATIVOS DE APRENDIZAGEM.**

Esta tese foi julgada e aprovada para obtenção do grau de **Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento** no **Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento** da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 16 de fevereiro de 2007.

Prof. Maurício Selig, Dr.
Coordenador do Programa

BANCA EXAMINADORA

Prof. Gustavo da Costa Alves, Ph.D.
Instituto Politécnico do Porto

Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. João Cândido Dovich, Dr.
Universidade Federal de S. Catarina

Luiz Fernando Jacintho Maia, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Luiz Alfredo Soares Garcindo, Dr.
Universidade do Sul de S. Catarina

Benedito Renê Fischer, Dr.
Universidade Estadual Paulista

Dedico este trabalho a todas as pessoas que, num mundo cada vez mais complexo e conturbado, possuem o dom de transformar seus sonhos em realidade. E em especial aos meus familiares que me apoiaram e incentivaram constantemente nesta jornada.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Santa Catarina.

À Universidade do Sul de Santa Catarina.

Ao orientador Prof. João Bosco da Mota Alves pelo pronto e eficiente atendimento e pela amizade.

A todos os pesquisadores da RexNet e em especial os Prof. Gustavo Alves e José Manuel Ferreira.

A todos os meus colegas do RexLab.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

E a todos os que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

“Se o que se deve aprender evolui, e sem nenhuma duvida evolui a uma velocidade cada vez maior, a forma em que se deve aprender e ensinar também deverá evoluir”.

Juan Ignacio Pozo, 1996.

RESUMO

SILVA, Juarez Bento. **A utilização da experimentação remota como suporte para ambientes colaborativos de aprendizagem.** 2007. 2xx p. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

As novas tecnologias da informação e comunicação têm assumido nas últimas décadas um papel fundamental na representação social da realidade universitária as mudanças por elas proporcionadas ocorrem a uma velocidade vertiginosa derivando disso uma nova cultura. Neste contexto o ensino e a aprendizagem não são atividades solitárias e são tratados como um esforço cooperativo entre os atores envolvidos neste processo, onde a participação ativa e a interação permitem que o conhecimento possa emergir desde um diálogo ativo entre os participantes compartilhando suas idéias e informação. O ensino e aprendizagem já não estão limitados aos trabalhos dentro das salas de aulas e as modalidades de ensino presencial e à distância começam a serem fortemente modificadas desafiando as instituições de ensino superior - IES a encontrar novos modelos para novas situações. Uma das tarefas mais importantes das IES é tornar os currículos dos cursos mais flexíveis, onde se apresenta como possibilidades promissoras é a integração das atividades presenciais e a distância em modelo denominado “blended learning”. Na prática já vivemos em nosso país um modelo de flexibilização curricular, pois, segundo a portaria 2253 do MEC, de 18 de outubro de 2001, as IES podem ministrar 20% da carga total dos cursos na modalidade presencial com disciplinas no formato EAD.

Esta tese apresenta a utilização da experimentação remota como suporte para ambientes de ensino/aprendizagem acreditando que esta proposição possa representar aportes aos atuais modelos educacionais. Os laboratórios de experimentação remota são caracterizados pela realidade mediada pela distância, similares aos laboratórios “hands-on” requerem espaço e dispositivos, porém, são diferenciados destes uma vez que experimentos e usuários estão geograficamente separados. Um laboratório de experimentação remota pode proporcionar aos estudantes uma aproximação deste com o mundo real, uma vez que, as atividades de laboratório desempenham um papel crítico na formação, principalmente em cursos nas áreas das ciências naturais e tecnológicas e também representam uma maneira de compartilhamento de recursos, de tal forma a reduzir os custos para utilização destes recursos, por parte das IES além de constituir em um fator de enriquecimento da experiência educacional.

Palavras chave: Experimentação remota, blended learning, ensino à distância.

ABSTRACT

Silva, Juarez Bento. **The use of remote experimentation as a support to collaborative learning environments.** 2007. 2xxp. Thesis (Doctorate in Engineering and Knowledge Management) Post-Graduation Program in Engineering and Knowledge Management. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianopolis, 2007.

In the last decades, the new information and communication technologies have assumed a fundamental role in the social representation of the university reality, the changes provided occur at vertiginous speed, deriving a new culture. In this context, teaching and learning are not solitary activities and are treated as a cooperative effort among the involved actors in this process, where the active participation and interaction permit knowledge to emerge from an active dialogue among participants, sharing ideas and information. Teaching and learning processes are not limited to the activities inside classrooms and the modalities of presential teaching and distance learning have become strongly modified, challenging graduating institutions to find new models for new situations. One of the most important tasks of graduating institutions is to make program curricula more flexible, where it is presented more promising possibilities; it is the integration of presential activities and distance learning, in a so-called model *blended learning*. In our country, we have practically lived a model of curricular flexibilization, since, according to PORTARIA 2253 – MEC, the graduation institutions can offer 20% of their total class-hours in the presential modality with distance learning courses. This thesis presents the use of remote experimentation as a support to teaching/learning environments, believing that this proposal can represent supports to the actual educational models. The remote experimental labs are characterized by the reality mediated by distance, similar to *hands-on* labs, requiring space and apparatus, but different from these, because the experiment and user are geographically apart. A remote experimentation lab can provide students an approximation to real world, since the lab activities have a critical role in formation, mainly in programs in the areas of natural and technological sciences and also represent a way to share resources in order to reduce costs for the use of them by the graduation institutions, besides constituting a factor of educational experience enrichment.

Key-words: Remote Experimentation, blended Learning, Distance Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa conceitual de apresentação do capítulo 1 _____	15
Figura 2: Ponto de equilíbrio – Presencial X EAD _____	22
Figura 3: Galáxia de Gutenberg _____	23
Figura 4: Taxonomia dos objetivos da educação – Benjamin Bloom _____	24
Figura 5: Modelos de ensino _____	32
Figura 6: Estrutura da tese _____	38
Figura 7: Mapa conceitual do capítulo 2 _____	41
Figura 8: Piaget _____	47
Figura 9: Vygotsky _____	51
Figura 10: Mapa conceitual do capítulo 3 _____	55
Figura 11: Teoria da Gestalt _____	63
Figura 12: Bruner _____	64
Figura 13: Ausubel _____	67
Figura 14: Mapa conceitual do capítulo 4 _____	72
Figura 15: Tecnologias da informação na educação _____	73
Figura 16: Relação entre tecnologias e pedagogia _____	75
Figura 17: Cone da experiência. DALE (1966). _____	78
Figura 18: Estrutura de um ITS. _____	87
Figura 19: O CSCL e as áreas de pesquisa. _____	91
Figura 20: Mapa conceitual do capítulo 5 _____	99
Figura 21: Aprendizagem Colaborativa _____	106
Figura 22: Aprendizagem Cooperativa _____	106
Figura 23: Aprendizagem colaborativa e aprendizagem cooperativa _____	108
Figura 24: Mapa conceitual - Aprendizagem colaborativa _____	111
Figura 25: Diagrama do processo de construção do conhecimento _____	113
Figura 26: Mapa conceitual do capítulo 6 _____	120
Figura 27: Websilo _____	131
Figura 28. Um modelo básico para um RExLab _____	134
Figura 29 Estrutura básica de um Laboratório Virtual Remoto _____	136
Figura 30. Laboratório Web com equipamentos de medida e sistemas reconfiguráveis acessíveis remotamente _____	138
Figura 31: Estrutura de um WebLab como aplicação Web e baseado em microservidores _____	142
Figura 32: Mapa conceitual do capítulo 7 _____	146
Figura 33: Arquitetura global da RExNet _____	154
Figura 34: Aplicação utilizando software de visualização de instrumentos. _____	156
Figura 35: Modelo de experimentação remota utilizando embedded web server _____	157
Figura 36: Rede de colaboração de laboratórios remotos _____	159
Figura 37: Evolução da aprendizagem e a tecnologia educacional _____	161
Figura 38: Mapa conceitual do capítulo 8 _____	163
Figura 39: Ambiente para ensino de microcontroladores _____	171
Figura 40: Ambiente com o Moodle _____	172
Figura 41: Ambiente para ensino de microcontroladores _____	173
Figura 42: Implementações local e remota _____	176
Figura 43: Trabalho Final de aluno da Turma A _____	178

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: As ondas civilizatórias segundo vários autores	17
Quadro 2: Abordagens tradicional e construtivista da aprendizagem	44
Quadro 3: Paradigmas epistemológicos e representantes por teoria.....	52
Quadro 4: Concepção da aprendizagem.....	53
Quadro 5: Concepção do estudante e papel docente	53
Quadro 6: Metas da educação e motivação	54
Quadro 7: Vantagens e desvantagens do CAI	85
Quadro 8: Resumo do CAI	86
Quadro 9: Resumo do ITS.....	89
Quadro 10: Resumo do Logo-as-Latin	90
Quadro 11: Resumo do CSCL.....	93
Quadro 12: Ferramentas web para a construção do conhecimento.....	116
Quadro 13: Escala dos níveis de avaliação de Kirkpatrick.....	174

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: IES autorizadas para ministrar cursos, modalidade EAD.....	26
Tabela 2: Mídias mais usadas em cursos EAD	33
Tabela 3. Evolução de paradigmas a respeito do uso educacional dos computadores.....	83
Tabela 4: Acesso a Internet.....	167
Tabela 5: Atividades por turma.....	168
Tabela 6: utilização dos recursos disponibilizados.....	175
Tabela 7: turma.....	177
Tabela 7: Relação de trabalho final da disciplina	178

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

CAI Computer-Aided Instruction ou Computer-Assisted- Instruction.
CAL Computer-Assisted Learning.
CALE Computer Assisted Learning Exploration
CBE Computer Based-Education.
CBI Computer Based-Instruction.
CBL Computer Based-Learning.
CBT Computer Based-Training.
CMI Computer Managed Instruction.
CMS Content Management System
CSCL Computer Supported Collaborative Learning
CSCW Computer Supported Cooperative Work
CSILE Computer Supported International Learning Environments
CVE Collaborative Virtual Environment
DAQ Data AcQuisition board
DIVE Distributed Interactive Virtual Environment
DOS Disk Operational System.
EAD Educação à Distância
FTP File Transfer Protocol.
GPIB General Purpose Interface Bus
GUI Graphical User Interface.
HTML HyperText Markup Language.
HTTP HyperText Transfer Protocol.
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers
IES Instituições de Ensino Superior
LMS Learning Management System
MIT Massachusset Institute of Technology.
MOODLE Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment
NTIC Novas Tecnologias da Informação e da comunicação
ONU Organização das Nações Unidas
PNAD Programa Nacional por Amostragem de Domicílios
PNUD Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPEGC Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (UFSC)
REXLab Remote Experimentation Lab
RexNet Remote Experimentation Network
RS-232C Recommended Standard 232C
SCORM Sharable Content Object Reference Model
TCP Transmission Control Protocol.
TCP/IP Transmission Control Protocol/Internet Protocol.
UAB Universidade Aberta do Brasil
UFSC Universidade Federal de Santa Catarina.
UNESCO United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
URL (Uniform Resource Locator). Localizador uniforme de recursos.
WWW World Wide Web.
ZDP Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT.....	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE QUADROS.....	9
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES	11
SUMÁRIO	12
1.0. INTRODUÇÃO	15
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	16
1.1.1. Novas tendências para o ensino superior	19
1.1.2. Os laboratórios de experimentação remota como alternativa	24
1.2. MOTIVAÇÃO.....	26
1.2.1. Motivação Pessoal.....	27
1.2.2. Motivação Institucional.....	28
1.3. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E OBJETIVOS.....	30
1.3.1. Questões pesquisadas.....	35
1.3.2. Contribuições e aspectos inovadores	36
1.4. METODOLOGIA DA PESQUISA.....	37
1.5. ORGANIZAÇÃO DA TESE.....	38
2.0. SUBSTRATO PSICOPEDAGÓGICO	41
2.1. COMPORTAMENTALISMO	41
2.2. CONSTRUTIVISMO.....	42
2.2.1. Jean Piaget e a posição construtivista psicogenética	46
2.3. CONSTRUTIVISMO SOCIAL.....	48
2.3.1. A teoria histórico-cultural soviética	49
2.3.2. Vygotsky e o modelo sócio cultural	50
2.4. QUADROS COMPARATIVOS ENTRE COMPORTAMENTALISMO E CONSTRUTIVISMO	52
3.0. REVISÃO SOBRE AS TEORIAS DA APRENDIZAGEM	55
3.1. INTRODUÇÃO ÀS TEORIAS DE APRENDIZAGEM.....	55
3.2. AS TEORIAS ASSOCIACIONISTAS	56
3.3. AS TEORIAS MEDIACIONAIS.....	58
3.3.1. Aprendizagem social, condicionamento por imitação de modelos. ...	59
3.3.2. Teorias Cognitivas	61
3.3.2.1. Teoria da Gestalt e psicologia fenomenológica	62
3.3.2.2. Bruner e o construtivismo.....	64
3.3.2.3. Seymour Papert e o logo.....	64
3.3.2.4. Ausubel, Novak e a aprendizagem significativa.	65

3.3.2.5. Tipologia da aprendizagem segundo Gagné.....	68
3.3.3. O paradigma do processamento da informação	70
4.0. AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO NA EDUCAÇÃO	72
4.1. INTRODUÇÃO.....	72
4.1.1 A Tecnologia Educacional.	74
4.1.2. Breve histórico sobre a tecnologia educacional.	75
4.2. TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO.....	81
4.2.1. Paradigma CAI	84
4.2.2. Paradigma ITS.....	86
4.2.3. Paradigma do LOGO-as-latin	89
4.2.4. Paradigma CSCL	90
4.3. CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA INTERNET COMO RECURSO EDUCACIONAL	93
4.4. A APLICAÇÃO EDUCACIONAL DA INTERNET ESTÁ AINDA NA SUPERFÍCIE DE SUAS POTENCIALIDADES	95
4.5. NÍVEIS DE INTEGRAÇÃO NO USO DA INTERNET NO ÂMBITO EDUCACIONAL	96
4.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
5.0. COLABORAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO NA EDUCAÇÃO	99
5.1. INTRODUÇÃO.....	99
5.2. NATUREZA DA APRENDIZAGEM.....	100
5.3. VISUALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	102
5.4. PERSPECTIVAS TEÓRICAS NA APRENDIZAGEM	103
5.4.1. Teorias comportamentalistas e cognitivas	104
5.4.2. Aprendizagem colaborativa e aprendizagem cooperativa.....	105
5.4.3. Aprendizagem colaborativa	108
5.4.4. A construção colaborativa do conhecimento.	111
5.4.5. Redes de aprendizagem.....	113
5.4.6. As ferramentas tecnológicas para a aprendizagem colaborativa.....	115
5.4.7. Pesquisas sobre a aprendizagem colaborativa mediada	116
5.5. RESUMO DO CAPÍTULO	119
6.0. LABORATÓRIOS DE ACESSO REMOTO PARA O ENSINO.....	120
6.1. INTRODUÇÃO.....	120
6.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	124
6.3. REVISÃO SOBRE LABORATÓRIOS ON-LINE	127
6.3.1. Conceituando laboratório on-line	127
6.3.2. Laboratório presencial.....	129
6.3.3. Laboratório on-line para experimentação remota	130
6.3.4. Cenários dos laboratórios on-line para experimentação remota.....	130
6.3.5. Características dos experimentos propostos.....	132
6.4. IMPLEMENTAÇÃO GERAL DE LABORATÓRIO VIRTUAL	132
6.4.1. Caracterização de um laboratório on-line.....	133
6.4.2. Vantagens de laboratório de experimentação remota	135
6.4.3. Laboratório virtual remoto de acesso a dispositivos físicos	136

6.4.4. Laboratório remoto com equipamentos de medida acessíveis para a Web.....	137
6.5. TECNOLOGIAS DE IMPLEMENTAÇÃO DE LABORATÓRIOS REMOTOS	138
6.5.1. Laboratório remoto baseado em uma aplicação específica Cliente/Servidor TCP/IP	139
6.5.2. Laboratório remoto implementado como uma aplicação Web	140
6.5.3. Outras estratégias para implementar um laboratório remoto	142
6.6. UTILIZAÇÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS DOS LABORATÓRIOS VIRTUAIS.....	143
6.7. RESUMO DO CAPÍTULO	144
7.0 REDES DE EXPERIMENTAÇÃO REMOTA	146
7.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	146
7.2. DEFINIÇÃO DE REDE	147
7.3. AS REDES E AS TEORIAS DE APRENDIZAGEM.....	148
7.3.1. Redes telemáticas e o Construtivismo	149
7.3.2. A Teoria da Conversação e as redes telemáticas	150
7.4. INTEGRAÇÃO DE EXPERIMENTOS DE LABORATÓRIO REMOTOS EM UM AMBIENTE DISTRIBUÍDO DE APRENDIZAGEM.....	151
7.5. REXNET: REMOTE EXPERIMENTATION NETWORK.....	152
7.5.1. Clientes distribuídos e sites distribuídos de laboratórios	154
7.5.2. Sites distribuídos dos Laboratórios.....	155
7.5.3. Aplicações	156
7.6. AMBIENTE MULTIDISCIPLINAR PARA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA	158
7.7. RESUMO DO CAPÍTULO	160
8.0. SITUAÇÃO EXPERIMENTAL PESQUISADA.....	163
8.1. INTRODUÇÃO.....	163
8.2. A EXPERIÊNCIA EM NOSSO ÂMBITO DE TRABALHO.....	164
8.3. AMBIENTE MISTO DE APRENDIZAGEM.....	164
8.4. A “SITUAÇÃO EXPERIMENTAL PESQUISADA”.....	165
8.4.1. Perfil dos intervenientes.....	166
8.4.2. Objetivos.....	167
8.4.3. Modelo escolhido e metodologia aplicada.....	168
8.5. ENSINO DE MICROCONTROLADORES REMOTAMENTE.....	170
8.5.1. O experimento	172
8.5.2. A avaliação.....	173
8.6. Considerações Finais	178
9.0. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS	180
REFERÊNCIAS	185
GLOSSÁRIO	194

1.0. INTRODUÇÃO

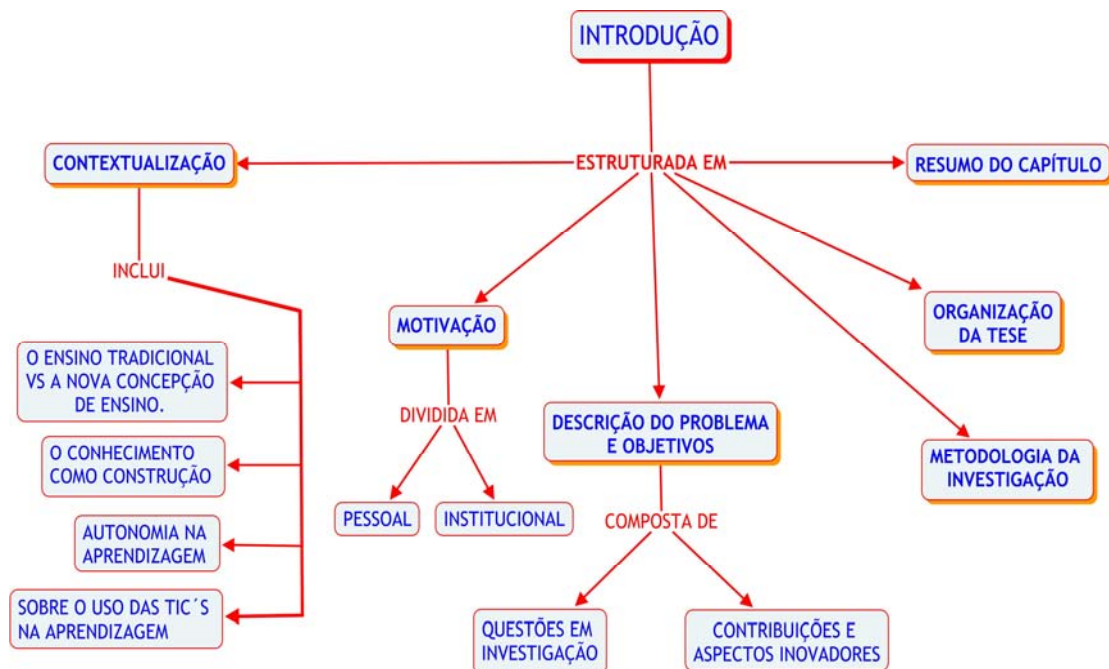


Figura 1: Mapa conceitual de apresentação do capítulo 1

Neste capítulo faz-se a introdução e descrição de forma resumida do documento apresentado. Começar-se-á expondo o contexto no qual se desenvolve o presente trabalho, posteriormente são apresentados os fatores que motivaram o seu desenvolvimento. A apresentação do trabalho realizado é iniciada pela análise do contexto tecnoeducativo e seus objetivos e finaliza com a apresentação da forma segundo a qual esta tese está organizada. A intenção deste capítulo é apresentar e justificar a utilização dos laboratórios de experimentação remota como complemento as modalidades de ensino presencial e “ensino à distância” (EAD) ou como meio para minimização da componente presencial, particularmente em Instituições de Ensino Superior (IES).

1.1. Contextualização

Vivemos uma era que pode ser chamada de muitas formas, dependendo da perspectiva que olhe, por exemplo, Alvin e Heide Toffler¹ (1994) a chamam de “Era da Geoinformação”, pois pensam na globalização mais em termos de informação que econômicos ou militares. O professor Mitchel Resnick, pesquisador do Media Lab do Instituto Tecnológico de Massachusetts por sua parte, fala na “Era da Descentralização”, pois acredita que praticamente todos os segmentos da sociedade tendem para a descentralização. Porém de qualquer ponto que se olhe as “Novas Tecnologias da Comunicação e da Informação” (NTIC’s) contituem-se em elemento comum da sociedade atual. Se bem é certo que por si mesmas não tem o poder de caracterizar um momento histórico nem promover processos sociais e econômicos o seu uso inovador e criativo possibilita a comunicação, permite o acesso à informação, dá suporte a processos de descentralização e determina quem está de qual lado na chamada “sociedade digital”.

O conhecimento já não está centralizado em uma pessoa ou em um lugar específico, ele distribui-se entre os usuários. E, diz Resnick, a descentralização “invade” de igual forma os modelos científicos que estão evoluindo das concepções newtonianas e mecânicas de compreender o mundo para as teorias dos complexos sistemas que emergem a partir da interação de elementos mais simples. Com o surgimento da rede mundial de comunicações conhecida como WWW, a descentralização da informação tornou-se muito evidente, a WWW não tem um computador central que organize e ordene toda a rede e a informação na WWW está totalmente descentralizada em milhões de computadores distribuídos por todo o planeta, que por sua vez, podem ser acessados de qualquer parte do planeta.

¹ Alvin Toffler: Naceu em Nova York em 1928, estudou letras na Universidade de Nova York. Na universidade conheceu sua futura esposa, Heidi, sua companheira intelectual ao longo de sua vida. Doutor em letras, leis e ciência. Foi nomeado Doutor “honoris causa” de diversas universidades estrangeiras. Este importante escritor publicou vários livros durante sua carreira entre os quais se encontram “The Third Wave” (“A Terceira Onda”) publicado em 1980, o Best Seller o Shock do Futuro em 1970 e War and Anti-War, publicado em 1995, escrito com Heidi Toffler, um livro onde podem ser encontrados argumentos para um novo conceito de guerra - a guerra da informação.

AUTOR	1ª CIVILIZAÇÃO	2ª CIVILIZAÇÃO	3ª CIVILIZAÇÃO
Alvin Toffler	Primeira Onda: Sociedade agrária marcada pela ocupação	Segunda Onda: Sociedade industrial marcada pelo modo de produção massiva.	Terceira Onda: Sociedade da Informação.
Peter Drucker	Primeira Ruptura (século XII) Segunda Ruptura (século XV)	Terceira Ruptura (Século XVII)	Quarta Ruptura (1960)
Regis Debray	Logosfera: era do ídolo (clarividência)	Grafosfera: era do ícone (visão)	Videosfera: era da imagem (visionismo)
Marshall McLuhan	Galáxia Tradicional	Galáxia de Gutenberg	Galáxia Marconi
Luc de Brabandère	Aqueduto: suporte da sociedade agrária	Oleoduto: Suporte da sociedade baseada em energia.	Infoduto: suporte da sociedade da informação.
Joel de Rosnay	Revolução agrícola: energias renováveis	Revolução industrial: energias concentradas	Revolução da informação: infoneergias
Fernand Braudel	Saber fazer	Saber produzir	Saber ser

Quadro 1: As ondas civilizatórias segundo vários autores

(Fonte: Cartier, Michel. Le nouveau monde des infostrutres. Editions Vigot Frères. Montréal, Canadá, 1997, pp10-11)

Assim a aprendizagem deixou de ser uma construção individual do conhecimento, para ser um processo social onde o mestre já não é a fonte única de conteúdos e o “aprendiz não aprende” de forma isolada. A interação social, o desenvolvimento de novas formas de linguagem e a comunicação são condições “*sine qua non*” para a aprendizagem. “A habilidade mais importante que determina a vida das pessoas é a de aprender mais habilidades, de desenvolver novos conceitos, de avaliar novas situações, de lidar com o inesperado. Isto se tornará cada vez mais evidente no futuro: a habilidade mais competitiva é a habilidade de “*aprender a aprender*”. O que é certo para os indivíduos, é, todavia mais certo para as nações”. [PAPERT, 1981]

As primeiras tentativas de descentralização da aprendizagem que se têm data na educação, ainda em uma época pré-digital, ocorreram no início nas décadas de 60 e 70 ao começar a mudança na concepção do docente possuidor e distribuidor de informação que evoluiu em um mestre que guia aos estudantes até uma construção conjunta de conhecimentos. Esta mudança, que se opõem aos enfoques comportamentalistas ou “behavioristas” tão arraigados, ainda hoje, nos sistemas educacionais (desde a educação básica até as universidades), se sustenta fundamentalmente no enfoque construtivista e na recuperação da linguagem como instrumento fundamental para socializar o conhecimento, como aponta Vygotsky² e na adoção de pedagogias que apontam para as metodologias participativas e abertas nas aulas.

Por outro lado, e já a partir do surgimento dos computadores pessoais na década dos 80, a introdução das NTIC³ e a sua utilização a partir de uma perspectiva construtivista, tem permitido maior descentralização dos processos educacionais nas salas de aulas, pois possibilitam a comunicação com estudantes de outras classes e de outros lugares do país ou do mundo. Também possibilitam maior acesso à informação on-line e a aprendizagem em sítios educacionais virtuais e o desenvolvimento de projetos colaborativos entre participantes que na maioria dos casos não se conhecem.

² Lev Semionovitch Vygotsky: nascido em Orsha no dia 17 de Novembro de 1896 e faleceu em 11 de Junho de 1934 em Moscou. Foi um psicólogo belarusso, descoberto nos meios acadêmicos ocidentais depois da sua morte, causada por tuberculose, aos 37 anos. Pensador importante, foi pioneiro na noção de que o desenvolvimento intelectual das crianças ocorre em função das interações sociais (e condições de vida).

³ Um conceito genérico de *Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação* pode resultar ambíguo e sem dúvida, é importante, de nossa perspectiva utilizar o conceito. Cabero (2000) considera que uma das características que distinguem as NTIC é que “giram entorno de quatro meios básicos: a informática, a microeletrônica, os multimídia e as telecomunicações”. Neste sentido, para os propósitos desta pesquisa, entendemos por NTIC, todos os meios desenvolvidos a partir do surgimento das ciências da Informática e que permitam a comunicação e a interação com fins educacionais; de maneira síncrona ou assíncrona; de forma individual ou coletiva; que utilizam o computador como principal meio de comunicação e interação entre os sujeitos do ato educacional e que permitam acessar a recursos e serviços desde computadores instalados remotamente. Dentro desta categoria pode-se encontrar: o hipertexto, multimídia, Internet, grupos de discussão, “links” de vídeo, correio eletrônico, “bate-papo” assíncronos ou *chats*, entre outros.

A habilidade mais competitiva na “*era digital*” é a de “*aprender a aprender*”, onde a aprendizagem deixou de ser uma construção individual do conhecimento, para ser um processo social. E, se bem é certo que a classe seja o centro de gravidade do desenvolvimento cognitivo do estudante e a escola em forma global o ambiente no qual seu desenvolvimento social, emocional e físico tem lugar, a escola deve projetar suas atividades para que cruzem as fronteiras das salas de aulas ampliando o cenário educacional. Pois, a aprendizagem transcende os espaços e as horas “*escolares*” e não é mais uma atividade confinada às paredes da sala de aulas, e sim que penetra todas as atividades sociais (trabalho, entretenimento, vida doméstica, etc.) e, portanto, todos os tempos nos quais dividimos nosso dia. A “*sociedade Digital*”, em que vivemos, reclama outras formas e modelos para aprender e a descentralização da aprendizagem permitirá que as instituições alcancem muitas outras instâncias e atividades dentro desta sociedade.

1.1.1. Novas tendências para o ensino superior

Neste início de século um dos desafios no ensino universitário é apropriar-se dos aportes que derivam das Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação e suas contribuições nos processos formativo-educativos e a sua adequação nos processos de ensino/aprendizagem. E não é necessário que alguém venha tentar nos convencer a respeito de como também não é necessário que apareça algum “Robert Rosenthal da tecnologia”, em uma simulação do efeito Pigmalião⁴, para nos convencer das facilidades e da

⁴ O nome 'Efeito Pigmalião' foi inspirado numa estória contada pelo poeta romano *Ovídio sobre Pigmalião, um escultor de Chipre que esculpiu uma estátua tão perfeita de mulher que se apaixonou por ela. Pigmalião, então, suplicou à deusa Vênus para que insuflasse vida à estátua e foi atendido. Casou-se com a estátua tornada mulher e foi feliz para sempre...Numa escola de ensino fundamental, no início do ano escolar, aplicaram a todas as crianças das dezoito salas de aula da escola um teste de inteligência. Em cada sala de aula, os psicólogos escolheram 20% das crianças por sorteio, e disseram aos seus professores (que não sabiam da escolha por sorteio) que os resultados do teste destas crianças indicavam que elas poderiam apresentar surpreendentes resultados positivos no desempenho intelectual durante o ano escolar. A única diferença entre estas crianças e as demais era, portanto, a expectativa criada na mente dos professores. No final do ano escolar, todas as crianças da escola foram retestadas com o mesmo teste de inteligência. Em geral, as crianças, cujos professores foram levados a crer que elas mostrariam um grande crescimento no desempenho intelectual, tiveram resultados no teste

importância proporcionadas pela tecnologia. Pois a tecnologia é parte consubstancial de nós mesmos. É uma cultura em expansão que se estenderá e convergirá em uma galáxia que nem mesmo Marshall McLuhan havia pensado, onde o “meio já não será a mensagem” e a “mensagem absorverá o meio” onde a problemática não será por onde distribuir a informação e sim o que e como distribuir. (DERY, 1998).

Os sistemas de formação virtual⁵, aqueles que estão baseados no uso das NTIC como ferramentas úteis para a formação/ensino/aprendizagem, denominados e-learning, educação on-line ou tele-formação/tele-educação, tem deixado de ser uma opção de ensino/aprendizagem para se tornarem uma fórmula à utilizada onde o ensino tradicional-presencial se mostre inviável.

Uma proposta de formação virtual pode ser interpretada como uma resposta alternativa que possui atrelada a si um conjunto de benefícios e limitações que afetam os participantes de um sistema de aprendizagem “estamos em um período chave no qual as concepções e as ideologias determinam a capacidade potencial das propostas que chegam ao campo da educação” (DE PABLOS, 1998).

A incorporação da Internet e das NTIC na educação pode aportar uma série de vantagens dentre às quais podemos destacar como mais significativas:

- A ampliação da oferta informativa.
- A criação de ambientes mais flexíveis para a aprendizagem.
- A eliminação das barreiras espaços-temporais entre o professor e os estudantes.
- A potencialização de cenários e ambientes interativos.

bem superiores aos das demais crianças da escola. Aquelas crianças, no início do ano letivo, não se destacavam das demais. Mas, esperando que se comportassem como crianças inteligentes e talentosas, os professores as trataram como se elas realmente fossem mais inteligentes e talentosas do que a média, e isto fez toda a diferença! Este é o "Efeito Pigmalião".
⁵ Levy (1999) defende que o termo virtual não é sinônimo de “não real”, e sim que simplesmente representa outro tipo de realidade, realidade que ao mesmo tempo cada um viverá a seu próprio modo. O virtual está na ordem do real permitindo ter sensações de sua existência real.

- O favorecimento tanto a aprendizagem independente e a auto-aprendizagem como a colaborativa e em grupo.
- Romper com os clássicos cenários formativos do ensino tradicional.
- E facilitar uma modelo de formação permanente.

Uma das tarefas mais importantes das IES atualmente é encontrar uma modalidade formativa que pela concepção de ensino/aprendizagem possa se apresentar como uma terceira via para os modelos atuais de ensino presencial e EAD e que possa devolver, em parte, ao contato pessoal (estudantes e professores) o protagonismo que perdeu quando se produziu o “boom” da formação 100% virtual, porém, que seja hábil em inserir-se neste horizonte inimaginável de opções que se abre com os aportes da NTIC. As modalidades de ensino presencial e a distância começa a serem fortemente modificadas e caminhamos para um modelo de “virtualização parcial” do presencial e “presencialização parcial” da EAD, ou seja, para um modelo “*blended learning*”.

A legislação brasileira, para o ensino superior, admite que o currículo possa ser flexibilizado, segundo a portaria 2253 do MEC, em 20% da carga total. Algumas disciplinas podem ser oferecidas total ou parcialmente à distância. Os vinte por cento representam uma etapa inicial de criação de cultura on-line.

Com o objetivo de combinar características do ensino presencial com a tecnologia não presencial, implementadas no processo de aprendizagem, surgiu uma nova tendência denominada “Blended learning” com o objetivo primário de tentar melhorar o processo de ensino-aprendizagem e superar as dificuldades pedagógicas que apresenta um curso puramente on-line (onde alcançar uma aprendizagem significativa baseado na experiência e o trabalho cooperativo e ativo do alunado, às vezes, é demasiado difícil), neste caso dando um ganho de qualidade. E como segundo objetivo, e não menos importante, colaborar na redução de custos na modalidade de ensino presencial (no caso específico do Brasil os 20% ofertados na modalidade EAD se beneficiam da economia proporcionada pela formação on-line).

Voltando ao modelo praticado pelas IES, no Brasil, ao aplicarem 20% na modalidade EAD nos currículos estão praticando de fato um modelo misto de aprendizagem. Por outro lado na modalidade EAD procuram adotar o uso das NTIC, porém, os esforços no desenvolvimento de sistemas baseados em computador, para o ensino, normalmente procuram transladar o “modelo computacional” para os cenários educacionais. Quantidade tem pouco que ver com “inovação real” e com aproveitamento de possibilidades que nos levem mais além dos usos tradicionais, que são os habitualmente refletidos nos ambientes virtuais. São raras as ocasiões em que percebemos cursos ou disciplinas “on-line” que rompem com as regras da Galáxia Gutenberg⁶. Geralmente são desenvolvidos e planos de estudos inteiros segundo os princípios milenares da seqüencialidade, não tirando partido das enormes possibilidades da Web.

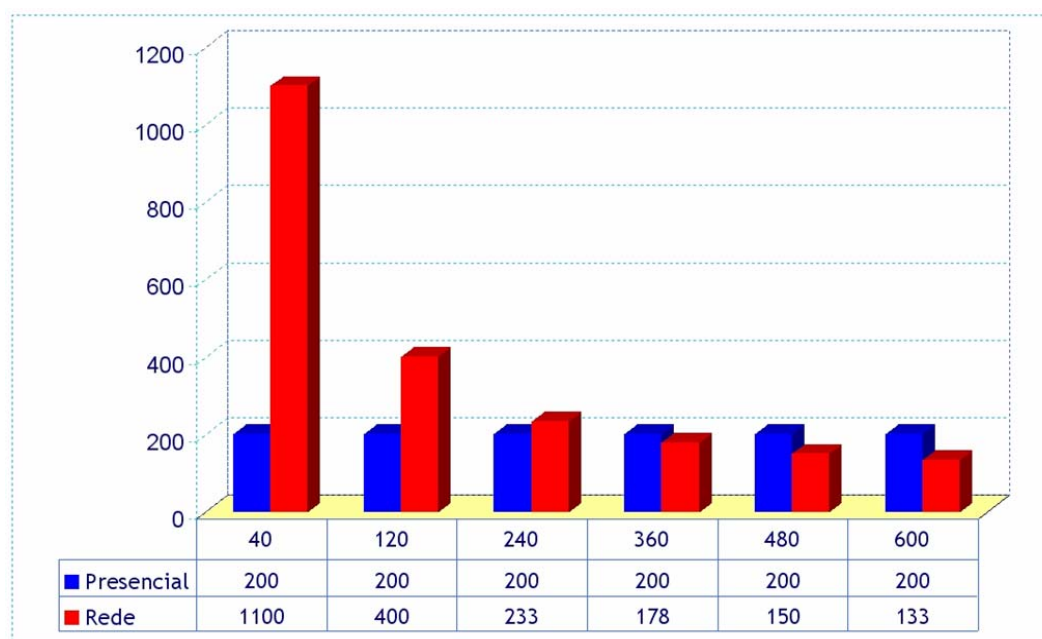


Figura 2: Ponto de equilíbrio – Presencial X EAD

Fonte: Estudo realizado pela Prof^a. Vânia Lomônaco Bastos - CEAD/UnB

No presente trabalho se apresenta a “experimentação remota como suporte

⁶ Galáxia de Gutenberg: Termo utilizado por Herbert Marshall McLuhan a partir de sua obra *The Gutenberg Galaxy: The Making of Typographic Man* de 1962.

para ambientes colaborativos de aprendizagem” que pode ser lida como uma declaração que esconde em si a intenção de afrontar o problema da formação superior, nos moldes abordados anteriormente. Pensamos em termos de Web, porque é mais fácil pensar sobre artifícios tecnológicos concretos e também porque é a tecnologia educacional que mais está se expandindo atualmente. Centrar-nos-emos na aplicação para cursos e disciplinas para nível universitário, porque é o cenário atual de desenvolvimento e atuação dos envolvidos. Porém muitos de nossos resultados poderão ser aplicáveis a contextos mais amplos. Estas definições serão apresentadas com maior detalhe ao falar-mos dos objetivos concretos do presente trabalho.

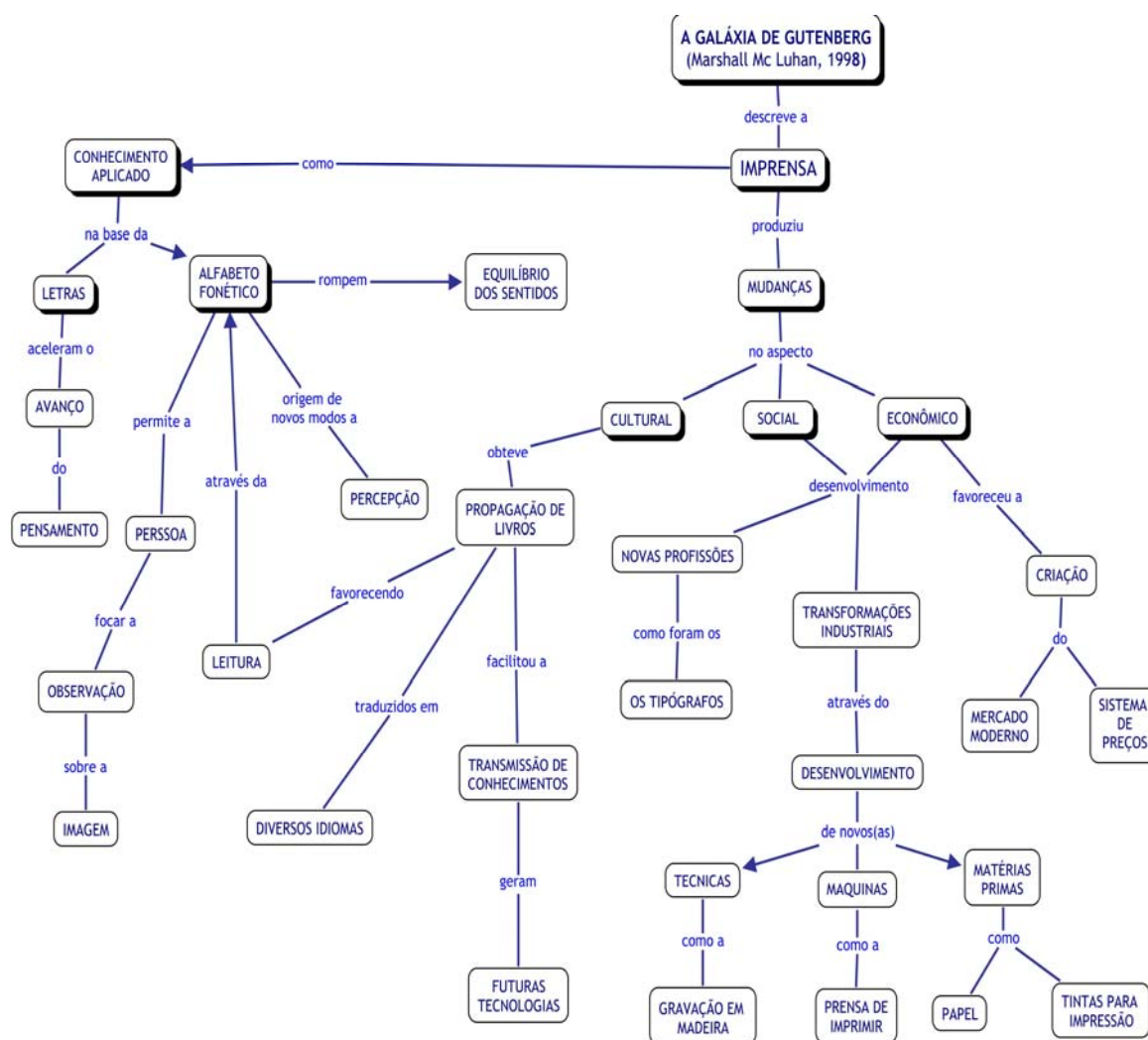


Figura 3: Galáxia de Gutenberg

1.1.2. Os laboratórios de experimentação remota como alternativa

Os laboratórios utilizados para aulas práticas constituem-se em elemento essencial para e suprem uma série de objetivos que remetem aos três domínios da taxonomia de Bloom. Constituem-se também, sem dúvida, em um problema logístico que requer habilidade para ser contornado com eficácia, pois, sincronizar grande quantidade de pequenos grupos de estudantes, que requerem uma hora (ou mais) de acesso contínuo e que sejam adequadamente supervisionados é uma tarefa difícil e que representa custos significativos. Este tipo de situação desafia constantemente as IES a disponibilizarem acessos alternativos como os laboratórios de experimentação remota.



Figura 4: Taxonomia dos objetivos da educação – Benjamin Bloom

Existe um número significativo de bons motivos para a utilização de laboratórios de experimentação remota (serão explorados com detalhes no capítulo 6) nesta seção nos concentraremos em duas classes de oportunidade especificamente. O primeiro é a sua utilização para “provimento de laboratórios em situações onde seria impossível de outra maneira” e o segundo refere-se a sua utilização para melhorar os resultados da aprendizagem.

Para a primeira classe de oportunidades podemos citar como exemplo o aumento do número de estudantes na modalidade EAD e cursos on-line onde o modelo tradicional de acesso aos laboratórios nem sempre é uma opção. Os

laboratórios de experimentação remota possibilitam aos estudantes que não estão situados próximos as suas IES participar em aulas em laboratório. Outro exemplo aplicável a esta classe é a oportunidade que se oferece para que as universidades compartilhem seus laboratórios com outras IES. Esta é uma das oportunidades mais positivas oferecidas pela tecnologia dos laboratórios remotos, pois o modo de acesso remoto retira a necessidade para que os estudantes e o hardware estejam no mesmo lugar e assim os estudantes podem realizar experimentos em equipamentos ou dispositivos situados em outra IES. Esta possibilidade aumenta a flexibilidade dos cursos ou disciplinas oferecidos além de otimizar os custos.

A segunda classe das motivações, que se refere à utilização da experimentação remota como recurso para aportar qualidade e melhorar os resultados da aprendizagem, e que não tem sido muito explorada na literatura sobre laboratórios on-line é a qualidade que os mesmos podem agregar à aprendizagem e sua conseqüência nos resultados⁷. Percebe-se na literatura pesquisada que as aplicações na área têm se ocupado com o uso dos laboratórios remotos como mecanismo alternativo para alcançar os mesmos resultados dos laboratórios presenciais, porém pouca pesquisa se tem feito sobre o que a modalidade de acesso remoto pode fazer para incrementar os resultados da aprendizagem.

Resumindo! O uso dos laboratórios de experimentação remota é viável tecnicamente e cada vez mais freqüente como alternativa aos laboratórios tradicionais. E uma possibilidade que deverá ser considerada é qual o impacto que a utilização destes laboratórios terá sobre o processo de aprendizagem dos estudantes envolvidos neste modo de acesso alternativo.

⁷ A afirmação é dos autores Jing Ma e Jeffrey V. Nickerson, do Stevens Institute of Technology de Hudson, USA, no artigo "Hands-On, Simulated, and Remote Laboratories: A Comparative Literature Review" publicado em 09/06, após analisarem mais de 1000 artigos publicados a respeito de laboratórios on-line.

1.2. Motivação

Na seção anterior falou-se sobre a o crescimento explosivo da aprendizagem on-line onde atualmente podem ser identificados milhares de cursos e dezenas de IES (vide Tabela 1 para IES autorizadas a trabalhar a modalidade EAD no Brasil). Assim percebe-se uma oferta muito diversificada de cursos e disciplinas ofertadas na modalidade à distância, fato que coloca este modelo de aprendizagem como tema de ampla discussão no âmbito educacional. Se por um lado, existe uma tendência desmedida e otimista em ver este recurso como solução para uma diversidade de problemas da educação, tendência esta observada a cada vez que surge a idéia de algum uso educacional de uma nova tecnologia. Por outro lado, existe algum ceticismo em relação a sua eficiência pedagógica, pois se observar-mos alguns cursos na área das ciências naturais e tecnológicas, por exemplo, licenciaturas em Física e Matemática que atualmente ofertadas por grande quantidade de IES na modalidade EAD, poderemos contestar a sua eficácia a partir do momento que as estruturas atuais não disponibilizam ambientes para as atividades laboratoriais e práticas, que são relevantes para estas áreas. Além disso, também poderia ser feita a argumentação que mesmo nos cursos presenciais existentes, muitas IES, não dispõem de recursos laboratoriais para suprir as áreas citadas uma vez que estes recursos demandam investimentos e custos de manutenção que muitas vezes se tornam proibitivos para muitas IES.

Tabela 1: IES autorizadas para ministrar cursos, modalidade EAD

REGIÃO	IES	
	ABS	%
SUL	27	26,7%
SUDESTE	38	37,6%
NORTE	6	5,9%
NORDESTE	20	19,8%
CENTRO-OESTE	10	9,9%
TOTAL	101	100%

Fonte: www.mec.gov.br...em 29/12/06

Inspirado por situações como as acima mencionadas e estimulado pelas atividades e potencialidades percebidas dia-a-dia na convivência do Projeto RExNet – Remote Experimentation Network encontramos motivação para apresentar a experimentação remota com uma via de suporte e apoio aos modelos de ensino abordados anteriormente. Assim, a realização deste trabalho envolve a intenção pessoal e o histórico de desenvolvimento na área escolhida, bem como as atividades desempenhadas em experimentação remota de interesse do PPEGC – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, da UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina e da Unisul – Universidade do Sul de Santa Catarina, instituição de vínculo do autor.

1.2.1. Motivação Pessoal

Como pesquisador e professor, testar, analisar, construir e avaliar a integração de novas formas de aprendizagem nos processos de ensino é um desafio na melhoria das metodologias e processos de ensino/aprendizagem, ou seja, ajudar os alunos a aprender. Pessoalmente o interesse em abordar e desenvolver este tema veio a partir do desenvolvimento de trabalhos em experimentação remota e todo o potencial a ser explorado na mesma. Também foram fatores motivantes os contatos com outros grupos nacionais e internacionais em atividades afins e interesses comuns. Interesses estes que vieram a proporcionar a criação da RExNet, dando ao autor a convicção e subsídios para desenvolvimento desta tese.

Possivelmente a maior motivação para realizar este trabalho seja a constatação que os modelos atuais de ensino e aprendizagem não são os mais eficazes na preparação do aluno para o mundo profissional atual, pois se centram tipicamente nos modos convencionais. Quer dizer, na maioria dos cursos ou das disciplinas, ensinar é puramente uma transferência de informação e os estudantes são ignorados principalmente nesta visão de ensinar e são percebidos como um recipiente no qual conhecimento é vertido.

Eles raramente pensam no “por que aprender” e “como aprender”, e se preocupam cada vez menos com a construção e aplicação do conhecimento. Isto vai à contramão do que é requerido para o graduado universitário neste modelo de sociedade que vivemos atualmente onde cada vez se exige que os egressos dos cursos superiores devam estar preparados para integrar-se a equipes multi e interdisciplinares de trabalho. A sociedade se desloca para um modelo de aprendizagem continuada que está substituindo gradualmente o modelo predominante de aprendizagem seletiva e concentrada em estudos durante um período limitado e somente um sistema suficientemente flexível de educação superior pode fazer frente aos interesses de um mercado de trabalho altamente dinâmico.

1.2.2. Motivação Institucional

Nos últimos anos estão se tornando amplamente difundidos um número expressivo de novos serviços na educação e que tem produzido uma série de mudanças dentro dos ambientes educacionais, sobretudo naqueles orientados ao ensino a distancia ou ao ensino misto usando técnicas de educação a distancia e de educação presencial.

Dentro dos serviços acima citados pode-se destacar, [CASTRO, 2001]:

- Uso de ferramentas de comunicação (correio eletrônico, fóruns, listas de distribuição, Chat, etc.),
- Distribuição e armazenamento de informação (armazenamento de arquivos com conteúdos, apresentações, etc.),
- Sistemas de gestão do conhecimento (permitindo um uso mais simples e eficiente da informação armazenada, tanto em sua gestão, como em sua busca e distribuição),
- Plataformas educacionais (integrando em um único ambiente as características anteriores, de forma que todos os agentes da comunidade educacional, alunos, professores, tutores, administradores,

etc., possam compartilhar a informação e conhecimentos, assim como interatuar livre e organizadamente),.

- Ambientes colaborativos de trabalho (ambientes integrados que se orientam à colaboração, sem ter que restringir-se esta a ambientes educacionais),
- Acesso remoto a sistemas informáticos e eletrônicos (a tecnologia atual cada vez mais vai melhorando os aspectos de gerenciamento remoto e acessibilidade dos distintos sistemas informáticos e eletrônicos, possibilitando uma série de usos avançados, remotos e distribuídos dos mesmos até faz pouco tempo inimagináveis),
- Etc.

Fixando-nos nos dois últimos serviços mencionados, ambiente colaborativo de trabalho e acesso remoto a sistemas informáticos e eletrônicos, se perceberá que pode ser produzida uma autêntica explosão de possibilidades, desenvolvimentos e a criação de serviços e recursos compartilhados que permitem aos alunos acessá-los de forma remota e distribuída. Alguns equipamentos e dispositivos informáticos e eletrônicos apresentam valores de investimento e necessidades de manutenção e gestão bastante elevadas. Outro fator importante para esta abordagem é que os alunos podem realizar práticas e utilizar estes equipamentos com mais liberdade, enquanto a organização e tempo de uso que serão mais amplas que os que lhe serão oferecidas no acesso concorrente e presencial nas suas aulas práticas.

Abordamos em seções anteriores a ampla utilização de disciplinas na modalidade EAD ofertadas dentro de cursos “tradicionais” (portaria 2253 do MEC). O que de fato habilita as nossas IES a praticarem um modelo misto de ensino. As motivações para as IES implementarem estas disciplinas são diversas: redução de custos, flexibilização de horários, etc. O fato é que se percebe que muitas vezes as disciplinas são trasladadas para o modelo EAD, no mesmo formato apresentado de forma presencial, escancarando ou agravando as carências existentes naquele modelo. Voltamos às disciplinas dos

cursos da área das ciências naturais e tecnológicas, por exemplo, física, matemática, engenharias, etc. Sem o apoio de aulas laboratoriais ou práticas, como podemos argumentar em termos de qualidade se não suprimos esta deficiência?

O mesmo raciocínio desenvolvido no parágrafo anterior pode ser efetuado para os cursos na modalidade EAD. A partir deste tipo de argumentação foi apresentada e aceita, na IES de vínculo do autor, proposta de implantação de laboratório para experimentação remota para dar apoio às atividades anteriormente mencionadas. O RExLab⁸ na UNISUL foi implantado com apoio de seu homônimo da UFSC e com o apoio das IES que compõem a RExNet está consolidando-se apresentando produção científica e desenvolvimento de projetos consistentes. Estes são os fatores motivantes mais significativos do ponto de vista Institucionais além de todo o apoio encontrado dentro do PPGEGC que vem nos incentivando para ampliação das atividades.

1.3. Descrição do problema e objetivos

Segundo Umberto Eco [1989], uma pesquisa é dita científica quando trata a respeito de um objeto reconhecível e definido de tal forma que também seja identificado pelos demais. A pesquisa deverá tratar sobre este objeto e mencionar coisas que, todavia não tenham sido ditas ou apresentar uma ótica diferente sobre o mesmo, deverá levar em conta o aspecto utilidade e deverá proporcionar argumentos para a verificação e a contestação das hipóteses.

A finalidade deste trabalho é colaborar na busca e no desenvolvimento de propostas concretas para a aprendizagem. Em particular, a meta é destacar a importância da experimentação remota no estabelecimento de ambientes de

⁸ RExLab: Laboratório de Experimentação Remota, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. O laboratório foi criado em abril de 1997 pelo Prof. João Bosco da Mota Alves, como mais um dos laboratórios do INE/CTC (Departamento de Informática e de Estatística do Centro Tecnológico) para fornecer apoio e infraestrutura às atividades fins da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, a saber, Ensino, Pesquisa e Extensão.

aprendizagem efetivos e eficientes e a formação de redes de experimentação remota no suporte à ambientes colaborativos de aprendizagem. A intenção é explorar uma metodologia que a partir de laboratórios de experimentação remota possa prover ambientes flexíveis de aprendizagem para diferentes tipos de estudantes e que permita a construção interativa e sistemática de habilidades nas diversas áreas de atuação. O presente trabalho contempla o estudo, a descrição e análise de atividades desenvolvidas em experimentação remota dentro do binômio “ensino-aprendizagem” indicando-a como agente apoiador tanto nas modalidades de ensino à distância e presencial podendo ser empregada no complemento à formação presencial ou ser utilizada para qualificar disciplinas e/ou cursos quando ocorrer a minimização da componente presencial.

Parece difícil, “*a priori*”, validar a importância de um tema de pesquisa. Porém, se levarmos em conta os problemas atualmente encontrados no ensino universitário assim como o crescimento e o papel que desempenham as IES através de suas funções e atribuições, parece ser relevante tentar realizar aportes para oferecer novas alternativas ou opções que permitam uma melhor aprendizagem para os tempos atuais e, sobretudo para os que virão.

A presente tese anuncia “a utilização da experimentação remota como suporte para ambientes colaborativos de aprendizagem” acreditando que esta proposição possa representar aportes aos atuais modelos de ensino presencial (consideramos aqui o modelo presencial com a possibilidade serem ministradas 20% das disciplinas na modalidade EAD, nos termos da legislação brasileira, fato que caracteriza o nosso modelo atual de ensino presencial como “misto”) e EAD. Uma vez que combina características desejáveis aos dois modelos.

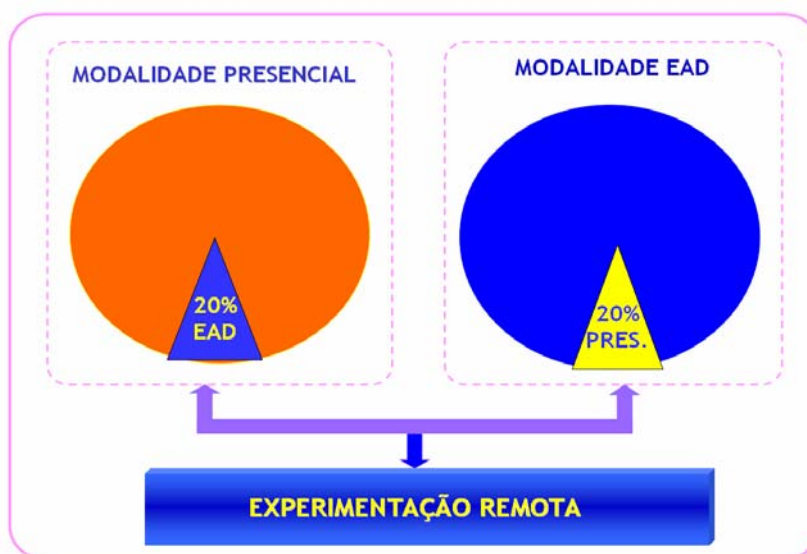


Figura 5: Modelos de ensino

A nossa proposição busca a partir da aprendizagem, mediada por computador, formalizar processos de aprendizagem ativos e que favoreçam a construção pessoal do conhecimento. Buscando suprir as carências apontadas nas modalidades citadas e procura apresentar uma metodologia de ensino/aprendizagem adaptada às necessidades dos estudantes. Ou seja, para o ensino presencial tradicional fornecer um modelo flexibilizado e para a modalidade EAD tradicional propor acréscimos a partir de uma perspectiva de enriquecimento de cenários educacionais com enfoques nos quais os estudantes possa participar em processos de construção de conhecimento, utilizando para isso a tecnologia existente e considerando as limitações da mesma.

Einstein dizia que se soubesse de antemão onde vai terminar um trabalho de pesquisa, não seria tal. Ainda assim, sempre é necessário algum tipo de planejamento prévio, de ponto de partida. Neste caso o ponto de partida tomará a forma de uma série de objetivos.

Objetivo 1: Apresentar a utilização da experimentação remota como suporte para ambientes colaborativos de ensino/aprendizagem como uma metodologia a ser utilizada a fim de proporcionar aos aprendizes uma maior facilidade

pedagógica que seja suficientemente potente para permitir a aprendizagem de conceitos complexos, próprios de um nível de ensino universitário.

A hipótese que queremos demonstrar com essa proposição é se a utilização dos laboratórios de experimentação remota pode contribuir para o processo de aprendizagem incrementando as possibilidades de desenvolvimento de cursos e disciplinas tornando-os pedagogicamente mais efetivos (possivelmente mais efetivos que os modelos tradicionais que são apresentados atualmente). Existe a convicção que a utilização do recurso proposto ampliará as possibilidades destes cursos rompendo a necessidade existente de ficarem restritos aos modelos e práticas habituais que são as aulas expositivas e aulas de laboratório tradicionais ou os conteúdos disponibilizados na modalidade EAD que exploram a sequencialização (atualmente são encontrados sistemas hipertextuais, de apoio às disciplinas, do tipo “passar páginas”). Cabe destacar neste ponto que a utilização da experimentação certamente irá agregar valor à “componente presencial minimizada” (disciplinas disponibilizadas na modalidade EAD, em cursos presenciais, como forma de flexibilização curricular), principalmente nos cursos das áreas das ciências naturais e tecnológicas.

Tabela 2: Mídias mais usadas em cursos EAD

TIPO	%
IMPRESSO	84%
INTERNET	63%
CD-ROM	59%
VÍDEO	39%
TELEVISÃO	23%
RÁDIO	3%
OUTRAS	18%

Fonte: MEC-IBGE

Para alcançar este objetivo, basearemos nossa pesquisa e metodologia em princípios construtivistas e situações de aprendizagem colaborativa oferecendo liberdade ao estudante para mover-se segundo seus próprios interesses

educacionais, a partir da alteração da relação espaço-temporal e procurando oferecer ao estudante um ambiente que lhe permita avançar no processo de construção pessoal de conhecimento. A intenção é proporcionar ao estudante um ambiente rico em informação no qual possa adotar um papel mais ativo e protagonizar sua formação.

Objetivo 2: A abordagem do tema proposto nesta tese, ou seja, “a utilização da experimentação remota como suporte para ambientes colaborativos de aprendizagem” é uma tarefa tremendamente complexa. Por isso, antes de enfrentá-la se procederá ao desenvolvimento de um conjunto de partes fundamentais orientados a maximizar a facilidade pedagógica do modelo proposto. Estas partes fundamentais atuarão como peças que serão integradas no modelo final, facilitando assim o desenvolvimento deste último. Estas partes serão:

- Apresentação das principais teorias educacionais que dão suporte ao trabalho.
- Apresentação e conceitualização de experimentação remota e redes de experimentação remota.

Objetivo 3: Apresentação e testes de validação a partir do que denominamos “situação experimental pesquisada”. Onde a partir do desenvolvimento e implementação de protótipo pretende-se apresentar uma metodologia que maximize o aproveitamento das capacidades cognitivas do estudante. A idéia é criar um ambiente rico em canais de informação (estamos utilizando como plataforma para disponibilização dos experimentos o Moodle⁹). A partir da validação do modelo tentaremos demonstrar que a utilização dos laboratórios de experimentação remota se constitui em elemento significativo para

⁹ Moodle: acrônimo de Modular Object-Oriented Dynamic Learning. É um software livre de apoio à aprendizagem executado num ambiente virtual. É um Learning Management System, ou seja, um Sistema de Gestão de Aprendizagem em trabalho colaborativo. Foi criado em 2001 pelo educador e cientista computacional Marti Dougiamas.

implementação de modelos mistos de aprendizagem.

1.3.1. Questões pesquisadas

A tese proposta neste trabalho argumenta que os alunos quando confrontados com ambientes de experimentação remota e a consequente exploração deste recurso em suas potencialidades, serão capazes de adequar os seus processos de aprendizagem de forma a rentabilizar as possibilidades que lhes são oferecidas favorecendo assim a sua aprendizagem. A experimentação remota passa a ser recurso aplicável na complementaridade das modalidades de ensino presencial e EAD, agregando-lhes a flexibilidade de uso destes recursos que melhoram consideravelmente a relação tempo-espço e a disponibilidade. Existe a convicção que os estudantes quando confrontados com esta possibilidade de complemento ao ensino serão capazes de expandir o processo de construção do conhecimento de forma a contabilizar as possibilidades que lhes serão oferecidas pela visualização dos processos proporcionada pela experimentação remota.

Também argumenta a tese que no modelo atual de flexibilização do ensino (virtualização de 20% do currículo) há uma perda de qualidade nas disciplinas eleitas para “minimização da componente presencial” dos cursos, principalmente na área das ciências naturais e tecnológicas e que esta perda poderia ser “compensada” pela utilização de experimentação remota, pois esta se aproxima do ambiente de práticas em laboratórios hands-on. O raciocínio inverso pode ser feito para a modalidade EAD. Em suma argumentamos na tese que o aporte que os laboratórios de experimentação remota podem qualificar a “virtualização dos cursos presenciais” e a “presencialização dos cursos na modalidade à distância”.

Este trabalho incorpora ainda o estudo de algumas sub-questões que, pela sua natureza, se integram no esforço de pesquisa da questão principal:

- Como reagem os alunos do ensino superior, das ciências naturais ou tecnológicas, à disponibilização de um ambiente colaborativo para a experimentação remota e em que medida poderá ter afetada a sua aprendizagem? A tese proposta neste trabalho afirma que estes alunos quando confrontados com esta nova metodologia que proporciona complementaridade aos modelos de ensino vigentes (presencial misto e EAD) serão capazes de ajustar seus processos de aprendizagem de forma a rentabilizar as possibilidades que lhes são oferecidas.
- Quais as diferenças comportamentais e os níveis de satisfação perceptíveis nos alunos que passam a utilizar os novos recursos uma vez que até então não dispunham do mesmo.
- Uma vez que os alunos passam a dispor dos recursos de outros locais fora da IES, qual a relevância global do nível de acesso remoto? Eles também utilizarão este recurso para outras atividades ou ficarão restritos ao complemento das atividades acadêmicas?

1.3.2. Contribuições e aspectos inovadores

Os aportes deste trabalho são: auxiliar na definição de um ambiente colaborativo distribuído baseado em experimentação remota, bem como identificar e caracterizar elementos que compõem este ambiente de aprendizagem e apresentar uma metodologia que permita auxiliar na construção de ensino-aprendizagem, efetivos e eficientes, baseados em experimentação remota. Dentro da metodologia proposta se utilizará conceitualização fortemente baseada nas teorias construtivistas da aprendizagem e que auxiliem na promoção do pensamento crítico e da análise de diferentes pontos de vista a partir de um ambiente de interação e colaborativo. O ator central deste modelo é próprio estudante, na gestão dos conhecimentos e da sua aprendizagem.

O trabalho apresentado promove um conjunto de atividades inovadoras na área de experimentação remota como segue:

- Uma proposta para estabelecimento de redes de experimentação remota que extrapolam os modelos físicos atuais através do uso das Novas Tecnologias da Informação e Comunicações – NTIC;
- A possibilidade de criação de ambientes de ensino/aprendizagem que integram o “*aprendendo-fazendo*” numa perspectiva remota;
- A integração de ferramentas tecnológicas de comunicação, proporcionando ambientes colaborativos de aprendizagem numa metodologia inovadora apresentada neste trabalho.
- A avaliação dos resultados da implementação da metodologia proposta a fim de possibilitar a continuidade do trabalho para ampliação da experiência em outros níveis (contemplamos neste trabalho o ensino superior).

1.4. Metodologia da Pesquisa

A natureza do trabalho desenvolvido e o seu contexto do trabalho aqui apresentado consistem em uma pesquisa aplicada e assim tem como motivação principal contribuir para a resolução de problemas uma vez que parte de conhecimentos disponíveis e procura ampliá-los e assim gerar novos conhecimentos para aplicações práticas. Em nosso caso alargamento das facilidades de utilização de ambientes de ensino/aprendizagem virtuais. Quanto aos seus objetivos ela pode ser identificada como uma pesquisa exploratória, pois busca a descoberta de práticas que tem o objetivo de modificar as existentes e também como descritiva uma vez que também tem como objetivo observar, registrar e analisar a aplicação do recurso proposto determinados grupos de aplicação.

Metodologicamente, na primeira parte do trabalho foram as abordadas questões em estudo e as proposições a elas associadas a fim de determinar as teorias que viessem dar suporte aos processos de coleta e análise de informações e ao processo de implementação. Posteriormente é efetuada uma revisão da

literatura a fim de conectar os pontos focais do trabalho proposto com as teorias que lhe dão suporte.

A implementação de um protótipo foi contemplada com o objetivo de permitir a definição de orientações e encaminhamentos que viessem a proporcionar informações relevantes para suporte aos aspectos tecnológicos e pedagógicos do modelo. A implementação do protótipo ocorreu no segundo semestre letivo de 2006 na disciplina Arquitetura para Microcontroladores no Curso de Ciência da Computação da Universidade do Sul de Santa Catarina – Unisul.

A coleta das informações se deu mediante a análise dos aspectos documentais e da interação dos alunos com o professor e do desempenho dos alunos na disciplina (tempo para execução das atividades propostas, criatividade, etc.). Os dados recolhidos foram analisados com o objetivo de avaliar os graus de utilização e satisfação dos alunos com o ambiente. Foi também possível comparar os dados da turma que teve o recurso a sua disposição com a turma do semestre anterior que não dispunha do recurso, porém, contou com o mesmo modelo e materiais de apoio das aulas presenciais.

1.5. Organização da tese

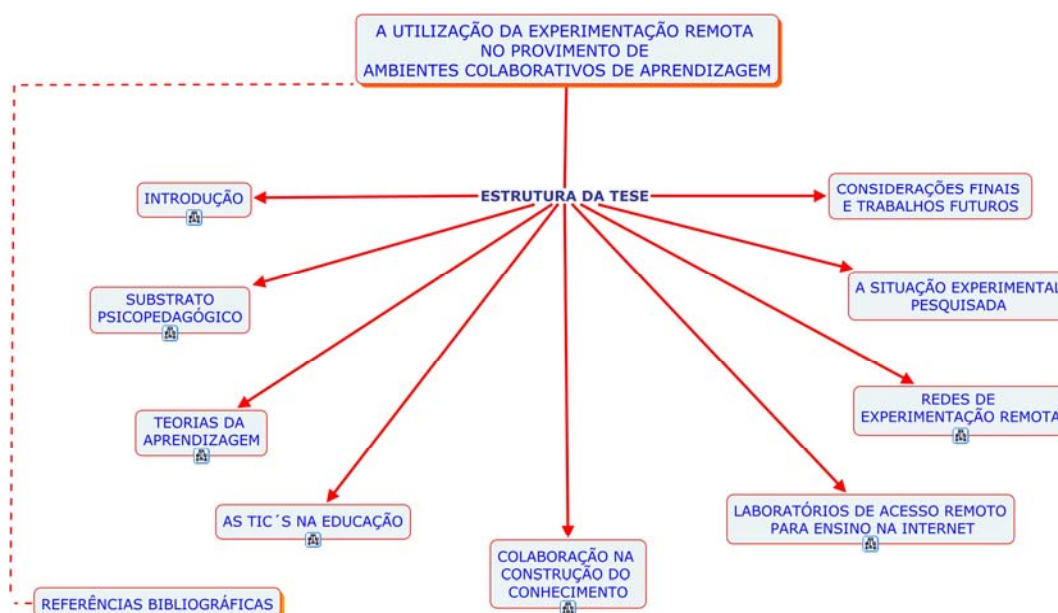


Figura 6: Estrutura da tese

Se a tabela de conteúdos no início da tese pode ser vista como um plano ou “visão geral” do conjunto de capítulos em que se divide a documentação, a presente seção pretende ser um “roteiro” que explica o sentido e disposição dos capítulos dessa forma encaminhados. Além deste capítulo, denominado Introdução, o restante desta tese está organizado em 8 (oito) capítulos como detalhado a seguir.

- No presente capítulo (capítulo 1) é oferecido os antecedentes, se situam a necessidade de alternativas diferentes para o ensino, e são introduzidos os grandes traços pertinentes e termos que serão tratados na tese;
- No capítulo 2, denominado “Substrato Psicopedagógico” serão apresentadas as teorias pedagógicas nas quais se sustenta esta tese.
- O capítulo 3 é denominado “Revisão sobre as teorias de aprendizagem”. Neste capítulo apresentamos uma breve introdução de algumas teorias educacionais mais representativas que tem servido de apoio para diversas pesquisas em matéria de aprendizagem e tecnologia.
- Como passo prévio para a exposição da metodologia que constitui o principal aporte desta tese, se apresentará no capítulo 4 denominado “As tecnologias da informação e da comunicação na educação”, uma breve análise previa do estado atual da tecnologia educacional.
- É importante destacar que armazenar informação não implica compreendê-la, ter a capacidade de relacioná-la corretamente com informação previamente adquirida ou estar em condições de aplicá-la em forma adequada nas distintas circunstâncias que assim se requer. Assim no capítulo 5 denominado “a colaboração na construção do conhecimento” procuramos explorar um pouco estas questões.
- O Capítulo 6 trata dos “laboratórios de acesso remoto para o ensino”. Que passa ser um dos serviços a ser destacado no suporte de ambientes colaborativos de trabalho.
- As possibilidades de compartilhar, modificar, difundir e interatuar com a informação transmitida digitalmente passa a ser o verdadeiro protagonista da revolução tecnológica e as virtualidades que as redes

oferecem no âmbito educacional são imensas e estão disponíveis para serem exploradas e rentabilizadas. Assim no capítulo 7 abordamos o tema “Redes de Experimentação Remota”.

- No Capítulo 8 se brinda “situação experimental apresentada” onde se descreve o desenho experimental escolhido, os problemas encontrados na experimentação, os resultados obtidos e a análise realizada.
- Finalmente, no capítulo 9 apresentamos algumas considerações finais, ressaltando o trabalho desenvolvido através de suas contribuições e trabalhos futuros.
- Nas seções posteriores são apresentados a Bibliografia, Apêndices e Anexos.

2.0. SUBSTRATO PSICOPEDAGÓGICO

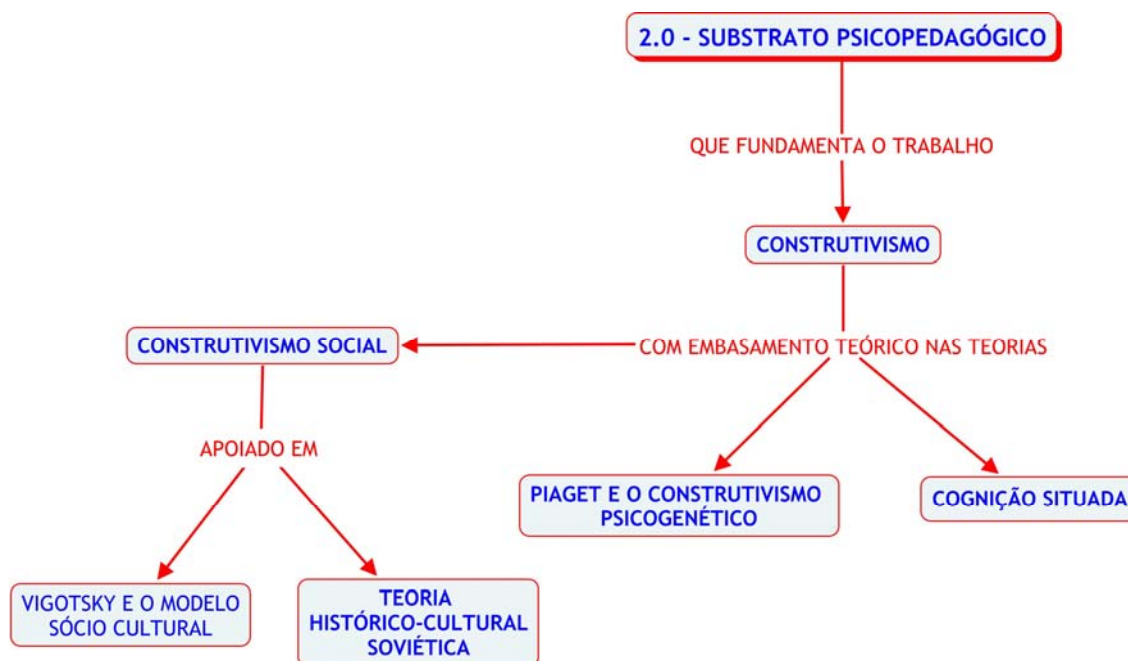


Figura 7: Mapa conceitual do capítulo 2

Nas próximas seções passaremos a apresentar as teorias pedagógicas nas quais se sustenta esta tese. Embora existam muitas abordagens diferentes sobre o ensino e aprendizagem, pode-se citar três teorias básicas da aprendizagem: comportamentalista, construtivismo cognitivo e construtivismo social. Nesta seção apresenta-se uma breve introdução ao comportamentalismo com a finalidade de contrapor-la com as teorias construtivistas, que são o foco deste trabalho.

2.1. Comportamentalismo

O comportamentalismo encontra suas raízes filosóficas no “empirismo¹⁰” e “positivismo¹¹” e iniciou como uma reação a psicologia introspectiva que

¹⁰ Empirismo é a escola de Epistemologia (na filosofia ou psicologia) que avança que todo o conhecimento é o resultado das nossas experiências (ver teoria da "Tabula Rasa" de John Locke).

dominou o final do século 19 e o início do século 20. Os psicólogos introspectivos tais como Wilhelm Wundt¹² sustentavam que o estudo da consciência era o objeto preliminar da psicologia. O enfoque comportamentalista teve suas origens nas primeiras décadas do século XX e teve em J. B. Watson seu fundador. Desde seu advento até os dias atuais foram aparecendo diversas correntes comportamentalistas, como a neocomportamentalista que teve como destaque os trabalhos desenvolvidos por B. F. Skinner. Os comportamentalistas como B.F. Skinner¹³ e Watson¹⁴ rejeitaram os métodos introspectivos por considerarem subjetivos e não quantificáveis. Em vez disso, focalizaram-se em eventos e no comportamento objetivo observável e quantificável. Argumentavam que uma vez que não é possível observar objetivamente ou quantificar o que ocorre na mente, as teorias científicas devem fazer um exame dos indicadores observáveis das pessoas tais como seqüências de estímulo-resposta.

Segundo J. I. Pozo (1989) o ponto de vista comportamentalista defende que qualquer comportamento pode ser aprendido, porque a influência do nível psicológico e as diferenças individuais são mínimas, o fundamental é identificar adequadamente os determinantes dos comportamentos que se deseja ensinar, a utilização eficaz das técnicas e os programas que possibilitem chegar às metas traçadas.

2.2. Construtivismo

O construtivismo tem sido ultimamente a abordagem teórica mais utilizada para orientar o desenvolvimento de materiais didáticos informatizados, principalmente o de ambientes multimídia de aprendizagem. Podemos

¹¹ O Positivismo é uma corrente filosófica cujo iniciador principal foi Augusto Comte (1798-1857).

¹² Wilhelm Wundt (1832 - 1920) foi um médico, filósofo e psicólogo alemão. É considerado o pai da psicologia moderna devido à criação do Instituto Experimental de Psicologia.

¹³ Burrhus Frederic Skinner (1904 - 1990) foi psicólogo e autor norte-americano.

¹⁴ John Broadus Watson (1878 - 1958) foi um psicólogo norte-americano considerado um dos fundadores do comportamentalismo.

considerá-lo como um “*guarda-chuva*” que tem dado origem a diferentes propostas educacionais que incorporam novas tecnologias, às vezes de forma implícita, outras vezes de forma explícita. O fato de a abordagem construtivista ser hoje predominante não significa uma tendência única refletida nos materiais didáticos, mesmo porque a idéia de construção do conhecimento está presente na obra de vários autores, como Piaget, Vygotsky, Wallon, Paulo Freire e Freud, entre outros e, dependendo de qual deles seja o referencial escolhido, configura-se uma proposta pedagógica um pouco diferenciada.

Apesar das diferenças entre as concepções teóricas desses autores sobre o construtivismo, há elementos comuns que são fundamentais esta teoria será a empregada como elemento unificador ao longo do presente trabalho e será o “pano de fundo” para o desenvolvimento de todas as demais.

O construtivismo contempla o sujeito como participante ativo na construção de sua realidade e isso vai além do centrar-se em estímulos e respostas que focam as transformações internas realizadas pelo sujeito em suas estruturas cognitivas, entendendo que a aprendizagem não pode ser concebida como uma alteração de conduta e sim como a modificação de uma estrutura cognitiva através de experiências. Esta concepção desloca a preocupação com o processo de ensino (visão tradicional) para o processo de aprendizagem.

Na visão construtivista, o estudante constrói representações por meio de sua interação com a realidade, as quais irão constituir seu conhecimento, processo insubstituível e incompatível com a idéia de que o conhecimento possa ser adquirido ou transmitido. Assumir esses pressupostos significa mudar alguns aspectos centrais do processo de ensino-aprendizagem em relação à visão tradicional (vide Quadro 2).

ABORDAGEM TRADICIONAL	ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA
Enfoque no professor	Enfoque no aluno
Enfoque no conteúdo	Enfoque na construção individual de significados
A mente do aluno funciona como uma “tabula rasa”	A aprendizagem é uma construção do aluno sobre conhecimentos prévios
O aluno é receptor passivo de conhecimento	Ênfase no controle do aluno sobre sua aprendizagem
Memorização do conhecimento	Habilidades e conhecimento são desenvolvidos no contexto onde serão utilizados

Quadro 2: Abordagens tradicional e construtivista da aprendizagem

Em suma: o construtivismo é uma posição epistemológica que pretende explicar como o ser humano vai construindo seu conhecimento e cujas premissas principais são [LARIOS, 1998]:

- O conhecimento é ativamente construído pelo sujeito cognoscente, ou seja, não é passivamente recebido do ambiente pelo sujeito.
- Chegar a conhecer é um processo adaptativo que organiza o mundo experimental da pessoa; não são descobertos mundos independentes e preexistentes fora da mente do conhecedor.

A partir destas premissas é possível identificar algumas características gerais do pensamento construtivista:

- Todo conhecimento é construído.
- Existem estruturas cognitivas que ativam os processos de construção do conhecimento.
- As estruturas cognitivas estão em contínuo desenvolvimento. A atividade com propósito induz à transformação das estruturas existentes.

A epistemologia construtivista relaciona-se fundamentalmente com a idéia de construção, o que no planejamento de materiais didáticos informatizados pode

ser traduzido na criação de ambientes de aprendizagem que permitam e dêem suporte à construção de alguma coisa ou ao envolvimento ativo do estudante na realização de uma tarefa, que pode ser individual ou em grupo, e a contextualização dessa tarefa. Para isso, oferecem ferramentas e meios para criação e manipulação de artefatos ao invés de apresentarem conceitos prontos ao estudante.

Muitos fundamentos do construtivismo podem ser localizados nas pesquisas sobre psicologia do suíço Jean Piaget¹⁵. Os construtivistas defendem uma visão do conhecimento como uma entidade construída individualmente pelos aprendizes durante um processo de aprendizagem. Desta forma, o conhecimento não é transmitido de uma pessoa a outra, e sim reconstruído por cada indivíduo. A intervenção pedagógica limita-se em criar as condições adequadas para que o aluno possa explorar o processo de aprendizagem e controlá-lo de forma autônoma. Além disso, o conhecimento é considerado como relativo e falível (nada é absoluto, dependendo do tempo e do espaço) e os erros passam a ser considerados como oportunidades de reflexão (atividades meta-cognitivas) e como fatos positivos para a aprendizagem.

Nos ambientes de aprendizagem construtivistas os estudantes, embora trabalhem em situações próximas as do mundo real, se vêm forçados a aprender e aplicar habilidades necessárias para resolver problemas, adquirindo-as em parte por eles mesmos, convertendo-se assim em agentes ativos de seu próprio processo de aprendizagem.

A partir desta visão construtivista da aprendizagem surgem dois enfoques claramente diferentes: o enfoque orientado à cognição e o orientado aos aspectos sociais.

¹⁵ Jean Piaget (Neuchâtel, 9 de Agosto de 1896 — Genebra, 16 de Setembro de 1980) foi um biólogo suíço com significativa produção na área de Psicologia, Epistemologia e Educação, foi professor de psicologia na Universidade de Genebra de 1929 a 1954.

2.2.1. Jean Piaget e a posição construtivista psicogenética

Falar de ambientes de ensino construtivistas significa conceber o conhecimento também sob a perspectiva do psicólogo suíço Jean Piaget, cujos trabalhos deram origem posteriormente aos desenvolvimentos pedagógicos construtivistas (este notável investigador foi considerado pela revista Time como uma das maiores mentes do século XX [PAPERT, 1999]).

A concepção do conhecimento, na perspectiva de Piaget se dá mediante desenvolvimento cognitivo baseado em forte interação entre sujeito e objeto. Aonde o objeto chegará ao sujeito, através de certa perturbação de seu equilíbrio cognitivo para posteriormente acomodar-se a esta nova situação e produzir a assimilação do objeto, com a conseqüente adaptação à nova situação. A postura construtivista psicogenética aceita o entrelaçamento entre o sujeito e o objeto no processo de conhecimento. Tanto o sujeito, que ao atuar sobre o objeto, o transforma ou por sua vez estrutura a si mesmo construindo seus próprios referenciais e estruturas interpretativas [CASTORINA, 1989].

Resumidamente, pode-se dizer que a teoria do desenvolvimento cognitivo propõe que não é possível “dar” informação a um ser humano e esperar que imediatamente este a entenda e a use. Pelo contrário, a pessoa deve “construir” seu próprio conhecimento, através fundamentalmente da experiência. As experiências lhe permitirão construir esquemas, isto é, modelos mentais. Os esquemas mudam, crescem e se vão se tornando mais sofisticados através de dois mecanismos complementares, principais motores do desenvolvimento de estruturas cognitivas: a assimilação e a acomodação. Assim, a aprendizagem avança quando o aprendiz utiliza esses dois mecanismos para alcançar um novo equilíbrio cognitivo, depois de perder o antigo, resultado de uma nova experiência.

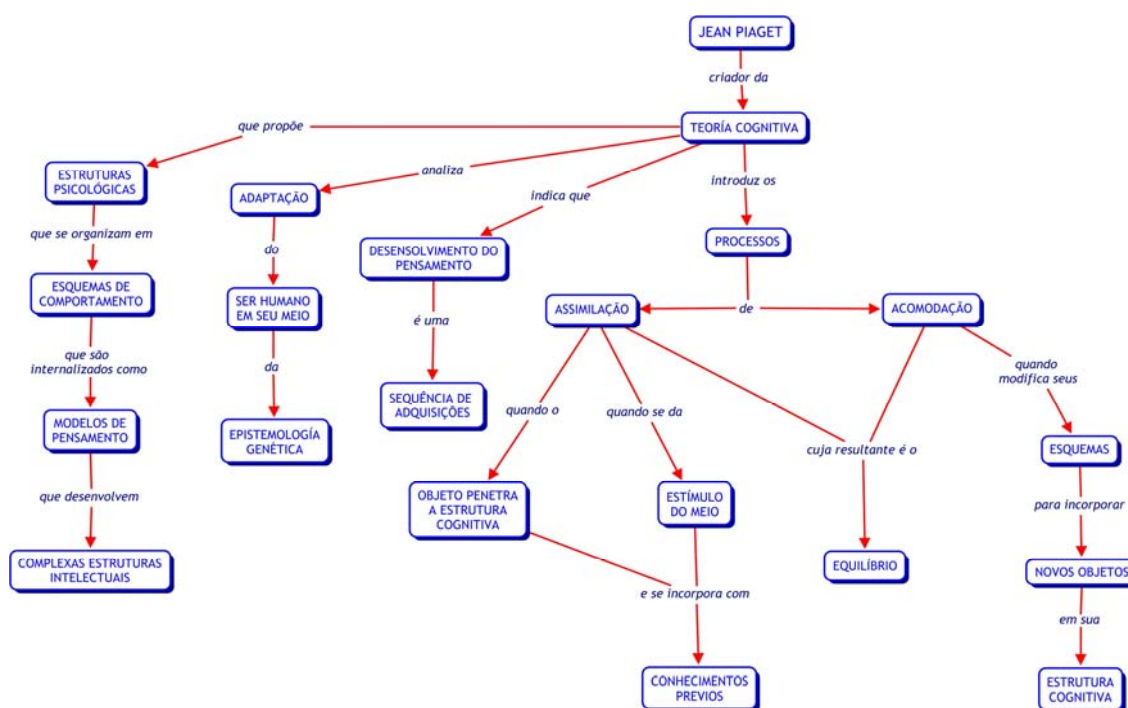


Figura 8: Piaget

Com base nas argumentações anteriores poderíamos nos perguntar. Se o aprendiz é responsável pela construção de seu próprio conhecimento, qual será o papel do professor? Segundo a teoria Piagetiana, o professor estará incumbido de prover um ambiente rico e adequado para que o aprendiz possa explorá-lo espontaneamente. Um ambiente repleto de elementos interessantes para explorar e motivar o aprendiz a converter-se em um ativo construtor de seu próprio conhecimento (isto é, de seus próprios esquemas) através de experiências que favoreçam a assimilação e a acomodação. É fundamental que o aprendiz tenha liberdade para entender e construir significado em seu próprio ritmo, através de experiências pessoais, sincronizado no tempo em que realiza processos de desenvolvimento individual. Neste sentido, as novas tecnologias da informação ou em nosso caso mais específico a experimentação remota.

Embora tenha se dedicado intensamente ao estudo da psicologia, Piaget em nenhum momento aplicou suas teorias e pesquisas no âmbito da docência. Estas aplicações foram realizadas posteriormente por diversos pesquisadores, porém é inegável que os estudos e as descobertas deste importante autor

favoreceram de sobremaneira a consolidação de uma abordagem “holística” da informação de onde se apresentam como ferramentas muito interessantes. De maneira resumida podemos dizer que os princípios de Piaget para o ensino e a aprendizagem são dois:

- a) A aprendizagem é um processo ativo, no qual se devem cometer erros, onde “voltar atrás” e encontrar soluções é vital, para assim poder restabelecer o equilíbrio mediante a assimilação e a acomodação.
- b) A aprendizagem deveria ser “autêntica” e “real”, apresentando ao aprendiz problemas significativos (e não meros exercícios) e atividades reais.

As características do construtivismo estarão presentes e será facilmente identificável em numerosos pontos do presente trabalho.

2.3. Construtivismo Social

O construtivismo social é uma variação do construtivismo cognitivo que enfatiza a natureza colaborativa da aprendizagem. O construtivismo social foi desenvolvido pelo psicólogo soviético pos-revolucionário, Lev Vygotsky¹⁶. Vygotsky era um cognitivista, mas rejeitava a suposição feita pelos cognitivistas como Piaget de seria possível separar a aprendizagem de seu contexto social. Argumentava que todas as funções cognitivas originam-se dentro, e devem conseqüentemente ser explicadas como produtos de interações sociais e que a aprendizagem não é simplesmente a assimilação e a acomodação do conhecimento novo por parte dos estudantes e sim como o processo no qual os estudantes estão integrados em uma comunidade do conhecimento.

De acordo com Vygotsky: Cada função no desenvolvimento cultural da pessoa aparece duas vezes: primeiramente, no nível social e mais tarde no nível

¹⁶ Lev Semionovitch Vygotsky: (1896 - 1934) foi um psicólogo bielorusso, descoberto nos meios acadêmicos ocidentais depois da sua morte, causada por tuberculose, aos 37 anos. Pensador importante foi pioneiro na noção de que o desenvolvimento intelectual das pessoas ocorre em função das interações sociais (e condições de vida).

individual. Primeiramente, entre as pessoas (interpsicológica) e posteriormente dentro da pessoa (intrapicológica). Isto se aplica igualmente à atenção voluntária, à memória lógica e à formação dos conceitos. Todas as funções mais elevadas se originam de relacionamentos reais entre indivíduos. A teoria de Vygotsky sobre a aprendizagem social tem se expandido por psicólogos contemporâneos tais como Miller e Dollard, e A. Bandura.

2.3.1. A teoria histórico-cultural soviética

Conhece-se como teoria histórico-cultural soviética as idéias oriundas do movimento surgido, na URSS em torno de 1930, fundamentalmente a partir dos trabalhos de Vygotsky, Luria e Leontiev¹⁷. Estas propostas, enriquecidas posteriormente com idéias provenientes da Antropologia, tem dado lugar ao que se conhece atualmente como Psicologia cultural. Suas idéias têm inspirado não somente um novo enfoque na análise e desenvolvimento de software educacional e sim que tem influenciado em diversas áreas onde as aplicações envolvem diretamente atividades humanas como desenvolvimento de interfaces (KAPTELININ, 1996), atividades cooperativas ou os sistemas baseados em Cognição Distribuída.

Para os psicólogos culturais o meio onde se produz a atividade humana inteligente inclui os artefatos, tecnologias e rituais que se tem adquirido e desenvolvido socialmente, ao longo de um processo histórico. Qualquer base conceitual sobre cognição e aprendizagem pessoal deve levar em conta que este se dá em um ambiente socialmente organizado, e, portanto se devem modelar também as inter-relações entre pensamento e os meios que oferece o ambiente cultural.

¹⁷ Alexei Nikolaevich Leontiev (1903 - 1979) foi um psicólogo russo e Alexander Romanovich Luria (1902-1977) foi um famoso neuropsicólogo russo. Leontiev, Luria e Vygotsky desenvolveram um novo tipo de Psicologia, relacionando os processos psicológicos humanos com aspectos culturais, históricos e instrumentais, com ênfase no papel fundamental da linguagem.

Vygotsky postula que a aprendizagem ocorre em dois planos, primeiro no inter-psicológico, e somente depois no intra-psicológico. As funções cognitivas são experimentadas em um plano intermental antes que existam em um plano intramental. Dito de outra forma, nossas reflexões mentais surgem de experiências que ocorrem primeiro através de uma interação social. Vygotsky propôs a existência de uma zona de próximo desenvolvimento para caracterizar o potencial de aprendizagem de uma pessoa em presença de outra que possa ajudá-la, potencial que pode efetivamente desenvolver-se a partir de ações e interações mediadas por um conjunto de ferramentas, entre as que cabe destacar, por sua singular importância, a linguagem.

A partir da perspectiva sociocultural a unidade básica de análise é a atividade social, que é onde se origina o desenvolvimento mental individual. O papel nuclear do conceito de atividade foi posteriormente ressaltado por Leontiev. Assim, na Teoria da Atividade se propõe a atividade humana como unidade de análise. Esta teoria se centra nos símbolos, regras, métodos, instrumentos e artefatos que servem para mediar em cada atividade.

2.3.2. Vygotsky e o modelo sócio cultural

O modelo sócio-cultural iniciado por Vygotsky e continuado por Leontiev e Luria, coincide no tempo com a Revolução russa de 1917 e concebe a psicologia a partir da perspectiva da cultura, propõe a origem social dos processos mentais humanos e o papel da linguagem e da cultura como mediadores na construção e a interpretação dos significados. O enfoque sócio-cultural enfatiza as interações sociais, porém considera que estas sempre ocorrem em bases institucionais bem definidas como: a família, a escola, o trabalho. A cultura não atua no vazio e sim através destes cenários sócio-culturais.

Na ótica de Vygotsky as fontes de mediação são muito variadas: podem ser uma ferramenta material, um sistema de símbolos ou a conduta de outro ser humano (uma forma habitual de mediação é dada através da interação com outra pessoa). Esta perspectiva busca aproveitar um modelo teórico e metodológico que a partir de construtos ou elaborações conceituais como mediação, atividade, zona de desenvolvimento próximo e internalização, nos permitem analisar situações curriculares mediadas pelo instrumento mediador por excelência, a linguagem, porém também pelos meios característicos de nosso tempo.

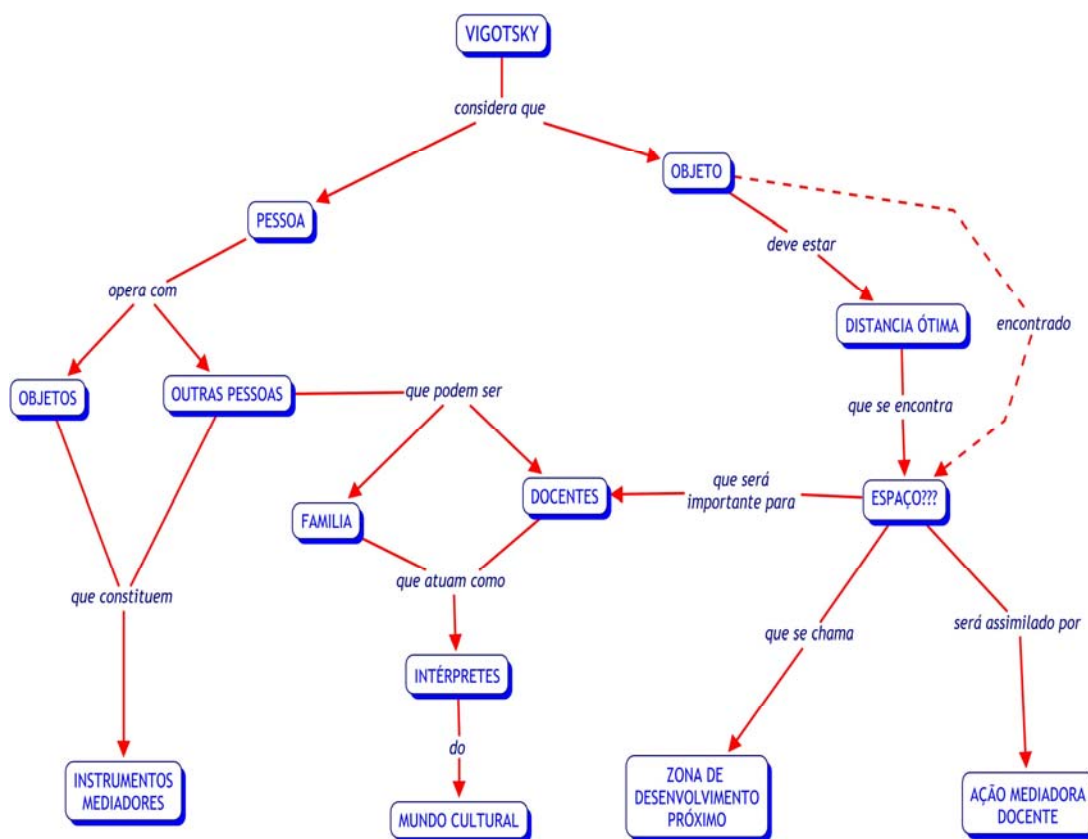


Figura 9: Vygotsky

Vygotsky [1978], desde seu modelo sociocultural, destaca as atividades de aprendizagem com sentido social, atribuindo grande importância ao ambiente sociocomunicativo do sujeito para seu desenvolvimento intelectual e pessoal. Afirmava que a cognição se dá na ZDP (zona de desenvolvimento próximo), ou seja, à distância entre o nível real de desenvolvimento e o nível possível,

mediante a resolução de problemas mediada por um adulto ou tutor, sendo a aprendizagem repentina algumas vezes no sentido de visão integradora. Entre as idéias de Vygotsky, existe um conceito muito importante que é o de “andamiage” educacional: brindar apoio, como ferramenta, ampliar o alcance do sujeito, permitir a realização de tarefas que de outro modo seriam impossíveis e usá-los seletivamente quando se necessitar.

2.4. Quadros comparativos entre comportamentalismo e construtivismo

Os quadros a seguir apresentam em forma de painel informações que apresentam aspectos básicos das teorias psicológicas apresentadas e que tem vigência e aplicação no contexto educacional. Os aspectos que são comparados são relativos a paradigmas epistemológicos, representantes por área, concepção da aprendizagem, concepção do estudante, papel docente, concepção do aluno, metas da educação e motivação.

ASPECTOS	COMPORTAMENTALISMO	CONSTRUTIVISMO	CONSTRUTIVISMO SOCIAL
PARADIGMA EPISTEMOLÓGICO	<p>OBJETIVISMO</p> <p>A realidade existe fora do indivíduo. O conhecimento é uma cópia fiel da realidade.</p> <p>Modelo Mecanicista: Conhecemos através dos sentidos.</p>	<p>SUBJETIVISMO</p> <p>A realidade se descobre, se constrói. O conhecimento é uma construção humana, se negocia, se consensua. Modelo organicista: Conhecemos fundamentalmente através da razão.</p>	<p>OBJETIVISMO-SUBJETIVISMO</p> <p>A realidade é construída de fora para dentro</p> <p>Modelo Pragmatista: experiência e razão originam o conhecimento.</p>
REPRESENTANTES	<p>Precursores: PAVLOV, WATSON, THORNDIKE</p> <p>Desenvolvimentos posteriores: GUTRHRIE, TOLMAN, HULL, SKINNER, BIJOU.</p> <p>Cognitivismo</p> <p>Comportamental: BANDURA, ROTTER, PINTRICH</p>	<p>J. PIAGET, INHELDER., KOHLBERG, KELLY, GOODMAN, AUSUBEL, BRUNER, FLAVELL, LERNER, NOVAK, HANESIAN.</p>	<p>VYGOTSKY, LURIA, LEONTIEV, BOZHOVICH, ZAPOROZHETZ, KHARKOV, GALPERIN, ZINCHENKO.</p>

Quadro 3: Paradigmas epistemológicos e representantes por teoria

ASPECTOS	COMPORTAMENTALISMO	CONSTRUTIVISMO	CONSTRUTIVISMO SOCIAL
CONCEPÇÃO DA APRENDIZAGEM (Fatores e conceitos básicos)	Modificação relativamente permanente do comportamento observável dos organismos, produto da prática.	Consiste na construção de novos conhecimentos a partir dos conhecimentos prévios, do desenvolvimento e da maturidade.	Cultura, aprendizagem e desenvolvimento interferem entre si, existe unidade porém sem identidade entre ambos. Interesse pelos processos de mudança.
	A aprendizagem se obtém quando se demonstra ou se exhibe uma resposta apropriada para a continuação da apresentação de um estímulo ambiental específico.	Os processos envolvidos são a assimilação, acomodação e equilíbrio, processos de mudanças qualitativas. Implica estruturação de esquemas cognitivos, confrontação com novos conhecimentos, obstáculos cognitivos, busca de equilíbrios até alcançar a mudança conceitual.	Zona de desenvolvimento próximo: distância existente entre o nível real de desenvolvimento expressa de forma espontânea e/ou autônoma e o nível de desenvolvimento potencial manifestado graças ao apoio de outra pessoa ou mediador.
	A resposta que é seguida por um reforço tem maior probabilidade de voltar a acontecer no futuro.	A aprendizagem consiste na criação de significados a partir das próprias experiências do estudante e de seu nível de maturidade. A aprendizagem é uma atividade mental, a mente filtra o que chega do mundo exterior para produzir sua própria e única realidade.	Esta noção implica que o nível de desenvolvimento não é fixo, existe uma diferença entre o que se pode fazer sozinho e o que pode ser feito com ajuda de alguém. A aprendizagem colaborativa ajuda na assimilação do conhecimento.
	As condições ambientais determinam a aprendizagem. Transferência: consiste na aplicação do conhecimento aprendido em novas formas ou novas situações. A aquisição da conduta: depende da espécie, do tempo e tipo de reforço.	Reconhece que as experiências individuais e diretas com o meio ambiente são críticas. Porém são os seres humanos que criam significados, interpretam. A transferência se baseia no que efetiva é a estrutura de conhecimento do estudante para facilitar-lhe o pensamento e o desempenho no sistema no qual realmente são utilizadas essas ferramentas.	Os pseudoconceitos se transformam em conceitos psicológicos, que formam categorias e são usados.

Quadro 4: Concepção da aprendizagem

ASPECTOS	COMPORTAMENTALISMO	CONSTRUTIVISMO COGNITIVO	CONSTRUTIVISMO SOCIAL
CONCEPÇÃO DO ESTUDANTE	Receptor-Passivo Receptor-Ativo	São crítico e construtores ativos de seu próprio conhecimento: matemático, físico e social convencional e não convencional. Pro-ativos. Não estão isentos de equívocos e erros, eles são parte importante de sua aprendizagem.	São produto de processos sociais e culturais. Graças aos processos educacionais sustentados em processos sociais de interatividade conseguem aculturar-se e socializar-se e ao mesmo tempo em que se individualiza e auto-realiza. Internalizam ou reconstruem o conhecimento, primeiro no plano inter-individual e posteriormente no plano intra-individual.
PAPEL DO DOCENTE	É um tecnólogo, engenheiro comportamental. Aplica contingências de reforço, monitora o comportamento, corrige. Papel diretivo.	Acompanha o educando na construção dos conhecimentos, promove uma atmosfera de reciprocidade, respeito e autoconfiança para o estudante. É um facilitador, respeita as estratégias de conhecimento do educando, os erros que acontecem são usados como recurso para aprofundar-se na aprendizagem. Não usam recompensa nem castigo.	É um especialista que guia e mediatiza os saberes socio-culturais com os processos de internalização subjacentes à aquisição dos conhecimentos por parte do aluno. O desenvolvimento humano ocorre de fora para dentro por meio da internalização de processos interpsicológicos. No início seu papel é mais diretivo, posteriormente é menos participativo até retirar-se.

Quadro 5: Concepção do estudante e papel docente

ASPECTOS	COMPORTAMENTALISMO	CONSTRUTIVISMO COGNITIVO	CONSTRUTIVISMO SOCIAL
METAS DA EDUCAÇÃO	Controlar os comportamentos das pessoas. Transmitir as pautas culturais. Propiciar a reprodução e mudanças para a inovação. Na instrução se pretende obter do estudante a resposta desejada quando se apresenta um estímulo.	<p>Potencializar o desenvolvimento do aluno e promover sua autonomia moral e intelectual.</p> <p>Formar mentes críticas, que possam verificar e não aceitar tudo o que se lhes ofereça. Alcançar o pensamento racional.</p> <p>A meta do ensino consiste em favorecer no estudante a construção significativa e representativa da estrutura de mundo, que possa elaborar e interpretar a informação existente.</p>	Promover o desenvolvimento sociocultural e integral do aluno. A educação é um fato consubstancial ao desenvolvimento humano no processo da evolução histórico-cultural do homem. Os processos de desenvolvimento não são autônomos dos processos educacionais.
MOTIVAÇÃO	É induzida. Extrínseca.	<p>Aprender tem sentido quando os conhecimentos e as informações a serem obtidas respondem aos interesses e curiosidade do estudante.</p> <p>Os equilíbrios impulsionam a ação para superá-los, o saber é uma motivação.</p> <p>É essencialmente intrínseca.</p>	O construtivismo social vê a motivação como extrínseca e intrínseca.

Quadro 6: Metas da educação e motivação

3.0. REVISÃO SOBRE AS TEORIAS DA APRENDIZAGEM

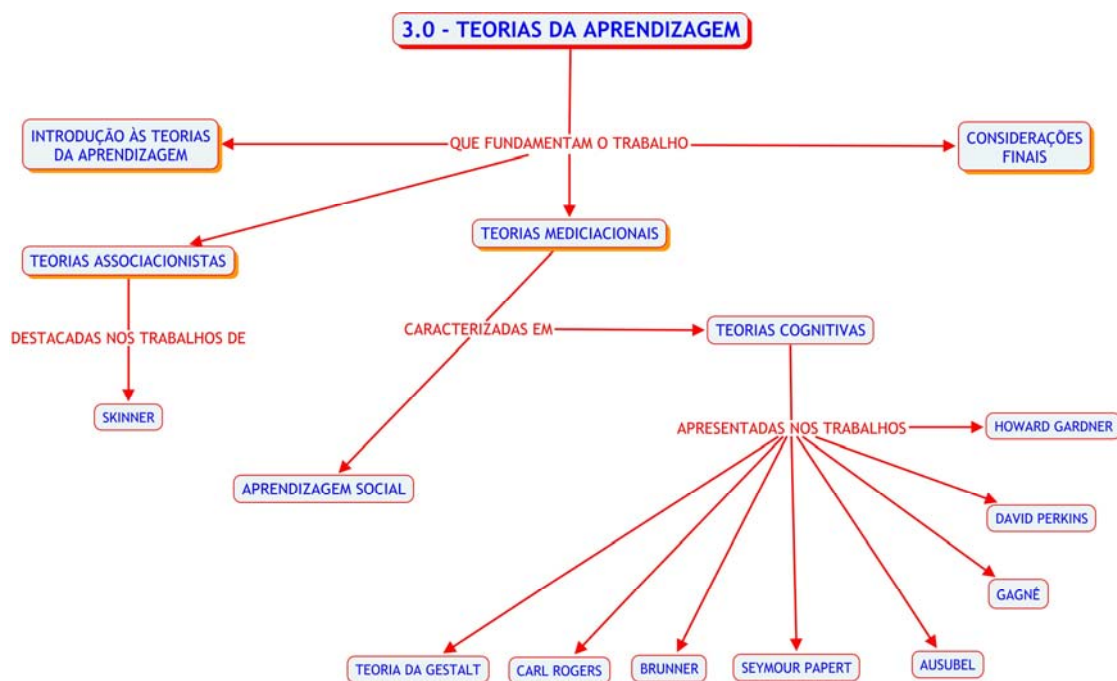


Figura 10: Mapa conceitual do capítulo 3

Apresentamos neste capítulo uma breve introdução de algumas teorias educacionais mais representativas que tem servido de apoio para diversas pesquisas em matéria de aprendizagem e tecnologia. A partir destes trabalhos, as técnicas e métodos que se seguem para o emprego da tecnologia no ensino têm sofrido um importante processo evolutivo que descreveremos, procurando se fixar em torno dos paradigmas claramente diferenciados e destacando alguns dos desenvolvimentos mais representativos.

3.1. Introdução às teorias de aprendizagem

Do ponto de vista psicológico torna-se difícil definir o que se entende por aprendizagem. A dificuldade principalmente reside em seu caráter evolutivo ao longo dos séculos. O estudo apresentado neste trabalho se restringirá na revisão de algumas teorias, relativas à aprendizagem e a como a tecnologia incide nestas. De uma maneira simplista pode-se dicotomizar o panorama dos

estudos sobre o conhecimento e a aprendizagem destacando as correntes comportamentalistas ou associacionistas e as cognitivas. Porém, devem-se levar em conta algumas linhas de pensamento, que sem alcançar a importância das correntes comportamentalistas e cognitivas, tem contribuído também para construção de uma base conceitual sólida sobre a aprendizagem. Ao efetuar este estudo foram encontradas múltiplas tentativas de classificação das Teorias da Aprendizagem.

No presente trabalho foi escolhido como critério para a classificação das teorias a concepção intrínseca da aprendizagem, distinguindo-se assim duas correntes. A primeira concebe a aprendizagem em maior ou menor grau como um processo mecânico de associação de estímulos e respostas provocado e determinado pelas condições externas, ignorando a intervenção mediadora de variáveis referentes à estrutura interna. Neste enfoque estão incluídas as teorias associacionistas tanto o condicionamento clássico (Pavlov¹⁸ e Watson) como o condicionamento instrumental ou operante (Hull, Thorndike e Skinner). O segundo enfoque considera que em toda aprendizagem intervêm as peculiaridades da estrutura interna e seu objetivo é explicar como são construídos, condicionados pelo meio, os esquemas internos que intervêm nas respostas comportamentais.

3.2. As teorias associacionistas

As “associações” são conexões entre idéias ou experiências. Quando referidas a aprendizagem se chamam “conexão estímulo-resposta”, “resposta condicionada”, “hábito”... Significam a relação entre estímulos (ação nos sentidos). A aprendizagem significa que estas associações ou conexões se formam ou se fortalecem. Estas são teorias baseadas no comportamentalismo que postulam a aprendizagem por condicionamento através do modelo de estímulo-resposta, dentro das quais podem ser destacadas duas correntes:

¹⁸ Ivan Petrovich Pavlov (1849 - 1936) foi um fisiólogo que veio a entrar para a história por sua pesquisa em um campo que se apresentou a ele quase que por acaso: o papel do condicionamento na psicologia do comportamento.

- Condicionamento básico: que encontra em Pavlov, Watson e Guthrie seus representantes mais expressivos;
- Condicionamento instrumental ou operante: baseado nas teorias de Hull, Thorndike e Skinner.

Em meados de 1899 John Dewey¹⁹ defendeu a necessidade de uma ciência ponte entre teoria psicológica e suas aplicações no ensino, porém, foi Skinner quem a partir da publicação em 1954 de sua obra “*A ciência da aprendizagem e a arte do ensino*” formulou propostas de base comportamentalista (partindo da teoria comportamentalista formulada por Wilhelm Wundt) aplicáveis a situações de aprendizagem: “*a análise experimental do comportamento tem produzido, se não uma arte, pelo menos uma tecnologia de ensino pelo que é possível deduzir programas, planos e métodos de ensino*” (SKINNER, 1979).

O comportamentalismo foi a teoria psicológica dominante entre os anos 1950 e 1960 para explicar a natureza da aprendizagem, embora ainda nos dias atuais possamos ver refletida a sua influência. Estes pesquisadores trataram de explicar a aprendizagem sem considerá-la como parte de um processo mental (Pavlov, 1927; Skinner, 1953). Os primeiros experimentos sobre o comportamento foram realizados com animais e se centravam no estudo do comportamento reflexo e a forma de adaptação ao ambiente de um organismo exposto a certo estímulo. Para nosso estudo, os aspectos mais importantes das teorias do comportamentalismo são os referidos a visão do aprendiz e da aprendizagem. O aprendiz simplesmente responde as exigências do ambiente e continuamente vai se adaptando ao mesmo. Deste ponto de vista, a aprendizagem é considerada como um processo passivo em que as transformações mentais carecem de interesse, ou seja, o conhecimento se constitui em um ente absoluto que como tal deve ser transmitido.

¹⁹ John Dewey (1859 - 1952): foi um filósofo e pedagogo norte-americano. É reconhecido como um dos fundadores da escola filosófica de Pragmatismo (juntamente com Charles Sanders Peirce e William James) e um pioneiro em psicologia funcional.

3.3. As teorias mediacionais

A partir da segunda metade do século XX e como reação as interpretações da aprendizagem inspiradas no comportamentalismo foram desenvolvidas diversas teorias psicológicas aqui englobadas, em termos gerais, dentro da corrente cognitiva. Apesar de existirem importantes e significativas diferenças entre elas, devem-se assinalar as suas principais coincidências:

- A importância das variáveis internas.
- A consideração da conduta como totalidade.
- A supremacia da aprendizagem significativa que supõe reorganização cognitiva e atividade interna.

Dentro das teorias mediacionais podem se distinguir múltiplas correntes com importantes matizes diferenciadoras a fim de organizá-las nas respectivas vertentes se utilizará o esquema proposto por Perez Gomez y Sacristan (1992):

- Aprendizagem social, condicionamento por imitação de modelos: que encontra em Bandura, Lorenz, Tinbergen e Rosenthal seus principais representantes;
- Teorias cognitivas: onde podem ser distinguidas várias correntes como:
 - *Teoria da Gestalt e psicologia fenomenológica*: a partir dos estudos de Kofka, Köhler, Vhertheimer, Maslow e Rogers.
 - *Psicologia genético-cognitiva*: inspirada em Piaget, Bruner, Ausubel e Inhelder.
 - *Psicologia genético-dialética*: representada por Vygotsky, Luria, Leontiev, Rubinstein e Wallon.
 - *A teoria do processamento da informação*: que encontra em Gagné, Newell, Simon, Maer e Pascual Leone seus representantes mais expressivos.

3.3.1. Aprendizagem social, condicionamento por imitação de modelos.

A partir das teorias neocomportamentalistas e postskinnerianos que incorporaram muitos outros elementos em sua estrutura conceitual pode-se destacar Bandura e sua teoria da Aprendizagem Social de inegáveis repercussões na área educacional. Das teorias de Skinner nasceu o Ensino Programado, que tomou seu qualificativo da palavra programa, porque a idéia central é que o aluno deverá executar sequencialmente uma série de ações que estão previamente estruturadas. Ou seja, deve-se seguir um programa, de forma que ao final do mesmo se tenha aprendido o que se pretendia.

Segundo Vaquero (1992) podem ser destacadas cinco características desta modalidade de ensino:

1. Capacidade de instruir eficazmente sem a participação direta do professor e de forma que cada aluno possa aprender em seu próprio ritmo.
2. Distribuição do material em pequenas partes e apresentação destes elementos simples em seqüências ordenadas, cada uma apoiando-se na anterior, de forma que o estudante possa seguir aprendendo independentemente de toda informação precedente e com um mínimo de erro.
3. Exigência de freqüentes respostas do aluno, fazendo deste um participante ativo.
4. Confirmação ou correção imediata da resposta, para que o aluno conheça o valor desta.
5. Testes do programa com estudantes e revisão do mesmo como método essencial no desenvolvimento do programa, para assegurar a obtenção dos objetivos do programa.

O primeiro sistema de ensino programado (primeiro em ordem cronológica) foi denominado “Programação Linear”. O aluno aprende somente o que o

programa lhe obriga a fazer. Cada unidade de informação contém uma pergunta cuja resposta deve ser construída pelo aluno. O aluno aprende sua resposta. Se o aluno responder corretamente, aprendeu o que se pretendia. Neste caso deve-se confirmar sua resposta. No caso de erro deve-se dar-lhe a resposta correta e continuar o trabalho até que o aluno consiga entender. Uma vez confirmada sua resposta, lhe será apresentada à unidade seguinte de informação.

Na Programação Linear a velocidade da aprendizagem depende das características individuais, porém o material de ensino e a ordem de apresentação dos elementos são idênticos para todos os alunos. Para melhorar o nível de adaptação dos alunos Crowder²⁰ (1962) introduziu uma série de inovações que são conhecidas com o nome de “Programação Ramificada”. O processo consiste em uma seqüência de passos a serem seguidos pelo aluno. Cada passo consta de uma unidade de material pedagógico para ser lido, seguido de uma pergunta de escolha múltipla. O aluno escolhe uma das várias respostas lhe são oferecidas. A resposta escolhida condiciona a unidade seguinte de informação que se lhe será mostradas na continuação. Desta forma o itinerário seguido através do programa é próprio de cada aluno e totalmente imprevisível.

Muitos dos programas de software educacional foram projetados aproveitando as experiências das linhas comportamentalistas. Às vezes simplesmente substituem os textos em papel por “telas de computador”. São esquemas fundamentalmente deterministas, com seqüências, entradas e saídas claramente estabelecidas. Tem a vantagem da facilidade para fazer um registro estatístico do curso e para revisar os acontecimentos no programa de aprendizagem do aluno.

Uma superação deste esquema conceitual é o “Master Learning” que, desde 1976, parece ser o principal suporte psicopedagógico do ensino assistido por

²⁰ Norman Crowder: Instrutor da força aérea americana que desenvolveu a "programação intrínseca", uma forma de apresentar conteúdos que são utilizados pela maioria dos programas CAI.

computador. Seu ponto de partida é a matéria que o aluno deve aprender que se divide em componentes breves, agrupados em unidades. Os alunos, individualmente ou em grupos, devem trabalhar ao longo destas unidades de uma forma organizada, em seu próprio ritmo e devem dominar perfeitamente, pelo menos uns 80% de cada unidade antes de continuar com a seguinte na seqüência.

A idéia comportamentalista de reforço (BLOOM, 1976) adicionando um “feedback” corretivo no caso das respostas não desejadas. Adicionou também o conceito de “tempo” necessário para que o estudante pudesse alcançar um objetivo, podendo variar de um indivíduo para outro. O núcleo do Master Learning é o diagnóstico e a correção de erros nas fases de teste e re-ensino, o que impede que os erros de aprendizagem se acumulem. O professor é obrigado a ensinar e ajudar ao aluno até que este seja capaz de dominar uma porcentagem elevada da matéria.

3.3.2. Teorias Cognitivas

O ano 1956 é considerado o do nascimento da *Psicologia Cognitiva*, com a publicação do artigo *“The Magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information”*, por G. Miller, onde formulava a hipótese de que a capacidade humana para canalizar unidades de informação estava limitada a 7 itens mais menos 2. Esta supõe um ponto de inflexão no enfoque psicológico do associacionismo dominante até então. Os trabalhos de especialistas como Piaget e Vygotsky, Binet, Bruner ou Ausubel, contribuem para o surgimento deste enfoque cognitivo, que concede ao sujeito um papel ativo na construção da aprendizagem, e onde o que prima é a análise das atividades mentais, do processamento da informação, a motivação, a codificação, a memória, os estilos cognitivos, a solução de problemas.

O termo “Cognitivo” faz referência a atividades intelectuais internas como a percepção, interpretação e pensamento. O enfoque cognitivo apresenta cinco princípios fundamentais segundo Bower (1989):

- As características perceptivas do problema apresentado são condições importantes da aprendizagem.
- A organização do conhecimento deve ser uma preocupação primordial do docente.
- A aprendizagem unida à compreensão é mais duradoura,
- O feedback cognitivo subtrai a aquisição correta de conhecimentos e corrige uma aprendizagem defeituosa.
- A fixação de objetivos supõe uma forte motivação para aprender.

3.3.2.1. Teoria da Gestalt e psicologia fenomenológica

Uma das mais antigas e conhecidas teorias cognitivas é a da Gestalt (Wertheimer, Kofka, Kóhler, Wheelers, Lewin) que afirma que quando registramos nossos pensamentos sobre nossas sensações no primeiro momento não nos fixamos nos detalhes, porém logo os colocamos em nossa mente formando parte de entidades ou padrões organizados e com significado. Cada pessoa elabora em sua mente suas próprias estruturas e padrões cognitivos do conhecimento que vai adquirindo. Ao querer resolver um problema pensa e especula comparando padrões diferentes.

A Gestalt traslada do campo da física ao terreno da psicopedagogia o “conceito de campo”, que define como o mundo psicológico total em que opera a pessoa em um momento determinado. Este conjunto de forças, que interatuam ao redor do individuo, é o responsável pelos processos de aprendizagem. A interpretação holística e sistêmica do comportamento e a consideração das variáveis internas como portadoras de significação são importantes para a regulação didática da aprendizagem humana. (PÉREZ GÓMEZ, 1992). Trata-se da orientação qualitativa de seu desenvolvimento, do

aperfeiçoamento de seus instrumentos de adaptação e intervenção criativa, da classificação e conscientização das forças e fatores que configuram seu espaço vital.

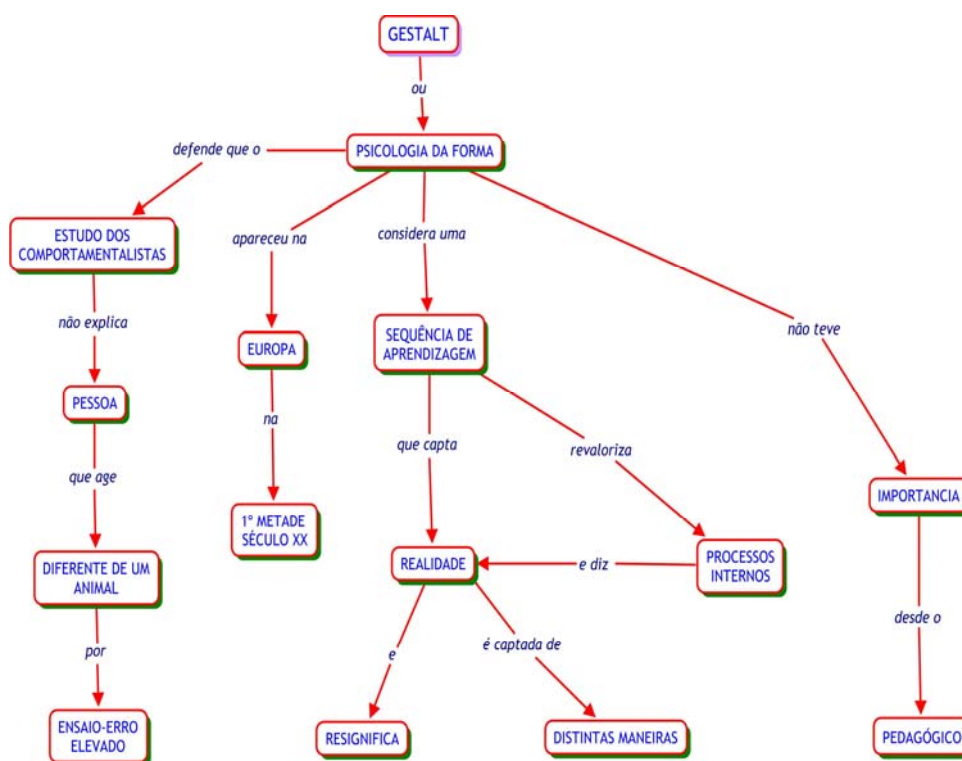


Figura 11: Teoria da Gestalt

De acordo com estes princípios, o professor deveria esforçar-se para promover uma aprendizagem que:

- Provoquem o raciocínio.
- Estimule as perguntas para que o aluno pense.
- Enfatize os princípios estruturais. Não centrar os comentários somente nos detalhes.
- Localize os detalhes em seu contexto cognitivo.

Cada matéria deverá ser apresentada de forma tal que fique claro o conceito em um contexto mais amplo. Os grandes contextos e as conexões lógicas entre setores parciais relacionados devem ser claramente detectáveis. O ensino somente conduz com segurança ao êxito desejado quando os novos modelos de comportamento são construídos e praticados através de um

“ensino ativo”. Os novos modelos de comportamento deverão ser exercitados repetidas vezes, porém cada repetição deverá ser realizada em uma situação aparentemente diferente.

3.3.2.2. Bruner e o construtivismo

O aluno não descobre o conhecimento, ele o constrói, com base em sua maturidade, experiência física e social [BRUNER, 1988], ou seja, o contexto ou meio ambiente. Segundo Bruner, algumas das habilidades a adquirir são: a capacidade de identificar a informação relevante para um problema dado, interpretá-la, classificá-la de forma útil, buscar relações entre a informação nova e a adquirida previamente.

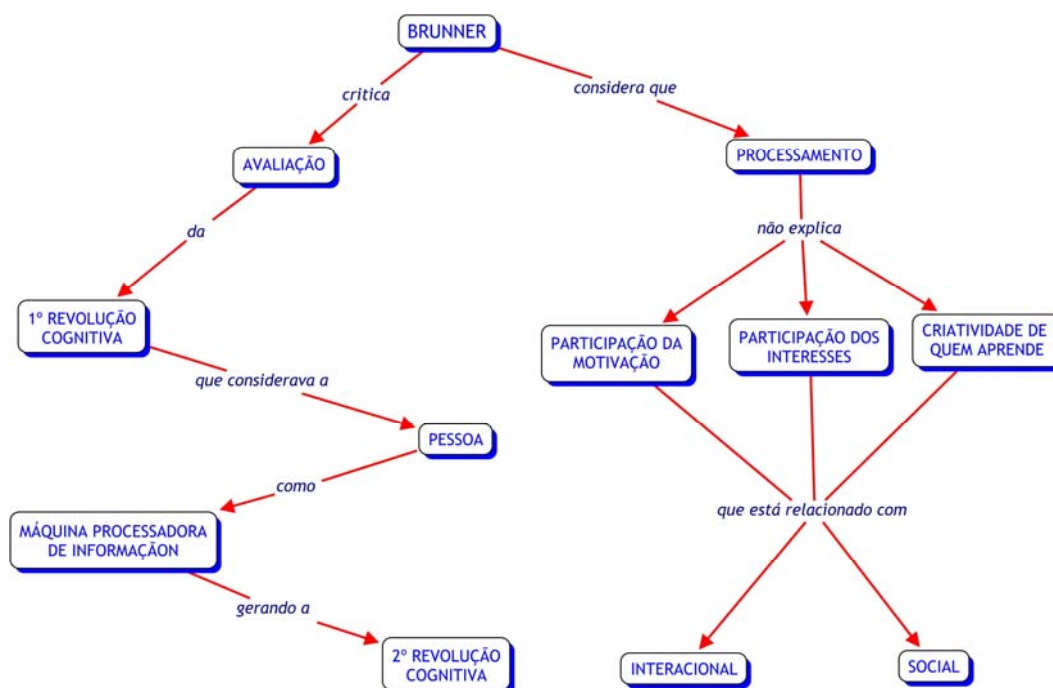


Figura 12: Bruner

3.3.2.3. Seymour Papert e o logo

Seymour Papert [1981] desenvolveu o Logo, considerando um processo de aprendizagem, onde a interação entre o sujeito e o objeto seja grande, porém

não demasiado, e sim o suficiente para provocar o desequilíbrio das estruturas cognitivas do sujeito. Por outra parte, é o pioneiro em levar computadores para as escolas e relacioná-los com a aprendizagem.

O processo de aprendizagem se potencializa quando realizado em um meio onde os alunos participam na construção de objetos. A idéia central é a de aprendizagem autônoma. Papert assume uma filosofia educacional e uma epistemologia, concreta: ambas em parte derivadas de Piaget e da inteligência artificial. Em um ambiente construtivista se lhe dá maior importância ao erro como *fonte de aprendizagem*, ao questionar-se o aluno acerca das conseqüências de suas ações ao construir seus conceitos. Também destacou a necessidade dos processos de negociação e de reconstrução para apropriarmos do conhecimento. A evolução continua através de outras formas de interação mais elaboradas chamadas micromundos, que permitem facilitar ambientes construtivistas de aprendizagem.

Ainda que Papert tenha realizado suas pesquisas com crianças, e este trabalho se centrará na aprendizagem adulta, esta indicado em [PAPERT,1999], citando a Piaget: “observar cuidadosamente o modo em que o conhecimento se desenvolve nas crianças esclarecerá a natureza do conhecimento em geral”. Permitindo-nos, finalmente, destacar a idéia que subjace sob a última das citações: os computadores (e, por extensão, as redes) permitem mudar o ensino e a aprendizagem tal e como os conhecemos; não desperdicemos seu potencial trasladando o novo meio para os velhos métodos.

3.3.2.4. Ausubel, Novak e a aprendizagem significativa.

O conhecimento elaborado através de conceitos teóricos das diferentes disciplinas requeira também desenvolvimentos na recepção nos alunos para uma *compreensão significativa* [AUSUBEL, 1997]. Esta denominação de compreensão significativa ou *aprendizagem significativa* tem para Ausubel um

sentido muito particular: incorporar informação nova ou conhecimento a um sistema organizado de conhecimentos prévios no qual existem elementos que tem alguma relação com os novos.

O aluno que carece de tais esquemas desenvolvidos, não pode relacionar significativamente o novo conhecimento com seus débeis esquemas de compreensão, pelo que, ante a exigência escolar de aprendizagem dos conteúdos disciplinares, não pode senão incorporá-los de maneira arbitrária, memorística, superficial ou parcial. Este tipo de conhecimento é dificilmente aplicável e a prática e pelo mesmo, facilmente esquecida.

O novo material de aprendizagem somente provocará a transformação das crenças e pensamentos do aluno quando logre mobilizar os esquemas já existentes de seu pensamento Ausubel e seus colaboradores, segundo expressa Coll [1994], concreta as intenções educacionais pela via de acesso aos conteúdos, o qual exige ter uns conhecimentos profundos dos mesmos para armar um esquema de tipo árvore, hierárquico e relacional. Segundo Novak e Ausubel, [1997] todos os alunos podem *aprender significativamente* um conteúdo, com a condição de que disponham em sua *estrutura cognitiva, de conceitos relevantes e inclusores*.

Cabe recordar a frase “o **fator mais importante que influi na aprendizagem é o que o aluno já sabe. Averigüe-se isto e ensine-se conseqüentemente**”, (tal como o mesmo Ausubel, Novak e Hanesian expressam no prefácio de seu livro “Psicologia Educacional: Um ponto de vista cognitivo”), essencial para construir indicadores diagnósticos da estrutura cognitiva dos alunos. O conteúdo da aprendizagem deve ordenar-se de tal maneira que os conceitos mais gerais e inclusivos se apresentem no princípio, favorecendo a formação de conceitos inclusores na estrutura cognitiva dos alunos que facilitam, posteriormente, a aprendizagem significativa dos outros elementos do conteúdo.

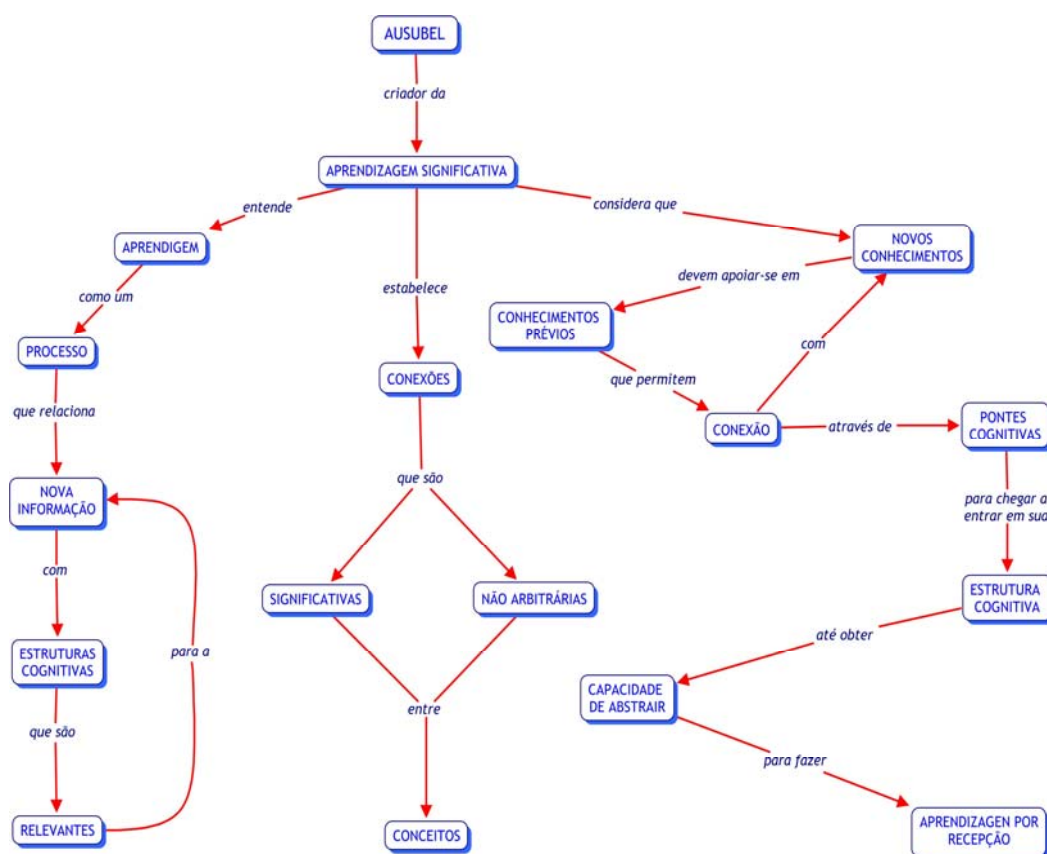


Figura 13: Ausubel

As seqüências de aprendizagem devem ordenar-se partindo dos conceitos mais gerais e avançando de forma progressiva até os conceitos mais específicos, com a finalidade de obter uma diferenciação progressiva do conhecimento do aluno, assim como uma *reconciliação integradora* posterior.

A aprendizagem significativa é *uma aprendizagem globalizada* na medida em que supõe que o novo material de aprendizagem se relacione de forma substantiva e não arbitrária com o que o aluno já sabe, [COLL, 1994], com qualidade do aprendido e duração de armazenamento. Os mapas conceituais, adaptados de Novak [1988], surgem como uma ferramenta base para representar as relações significativas entre conceitos. Atualmente são fundamentais para a rede semântica base para o desenvolvimento de software educativo cognitivista.

O mapa de base é o ponto de partida para o acordo entre os especialistas das diferentes áreas de que intervém no dito desenvolvimento. Esta base proverá um caminho de navegação livre de ambigüidades e incoerências. Usando recursos hipermídias, se podem construir documentos inter-relacionados seguindo uma estrutura hierárquica de modo que o aluno navegue passando desde as informações mais inclusivas às mais específicas.

3.3.2.5. Tipologia da aprendizagem segundo Gagné.

Entre os autores clássicos estudados ao analisar as teorias da aprendizagem, Gagné (1987) ocupa, sem dúvida, um posto importante e controverso. Deixando os aspectos conflitivos para descrever esquematicamente os oito tipos de aprendizagem que este autor diferencia.

- A. Aprendizagem de signos e sinais. Signo é qualquer coisa que substitui ou indica outra coisa, graças a algum tipo de associação entre elas.
- B. Aprendizagem de respostas operantes. Também chamada por Skinner de “Condicionamento Operante”.
- C. Aprendizagem em rede. Aprender uma determinada seqüência ou ordem de ações.
- D. Aprendizagem de associações verbais. É um tipo de aprendizagem em rede que implica operações de processos simbólicos bastante complexos.
- E. Aprendizagem de discriminações múltiplas. Implica associações de vários elementos, porém também implica separar e discriminar.
- F. Aprendizagem de conceitos. Significa responder aos estímulos em termos de propriedades abstratas.
- G. Aprendizagem de princípios. Um princípio é uma relação entre dois ou mais conceitos. Existe uma notória diferencia entre aprender um princípio e aprender uma cadeia verbal de conceitos sem entender o princípio implicado.

H. Aprendizagem de resolução de problemas. A solução de um problema consiste em elaborar, com a combinação de princípios já aprendidos, um novo princípio. A dificuldade consiste, segundo Gagné, em que “a pessoa que aprende deve ser capaz de identificar os traços essenciais da resposta (o novo princípio) que dará solução, antes de chegar a ela mesma”.

Gagné considera que devem ser cumpridas ao menos, dez funções no ensino para que tenha lugar uma verdadeira aprendizagem. Estas funções são as seguintes:

- Estimular a atenção e motivar.
- Dar informação aos alunos sobre os resultados de aprendizagem esperados (os objetivos).
- Estimular a lembrança dos conhecimentos e habilidades prévias, essenciais e relevantes.
- Apresentar o material a aprender.
- Guiar e estruturar o trabalho do aluno.
- Provocar a resposta.
- Proporcionar feedback.
- Promover a generalização da aprendizagem.
- Facilitar a lembrança.
- Avaliar a realização.

A teoria de Gagné insiste na primazia da aprendizagem cognitiva, por sua aplicabilidade ao ensino, por oferecer esquemas formais que podem servir não somente para orientar as práticas e também para guiar a investigação. Sem dúvida deve-se ter em conta algumas objeções ao valor dos princípios, que descreve Gagné. Ao conceber a aprendizagem como mudança de comportamento dá uma grande importância aos resultados imediatos, esquecendo os resultados definitivos que aparecem depois de um longo processo de aprendizagem. Sua teoria de aprendizagem exige a definição dos

objetivos em termos de condutas observáveis, de objetivos operacionais, definição difícil em muitos conteúdos.

3.3.3. O paradigma do processamento da informação

Este paradigma “vem abrindo caminho” a partir dos últimos anos do século XX correspondendo de certa forma com o desenvolvimento da tecnologia da informação. Ele é uma das variantes da psicologia cognitiva que se opôs ao comportamentalismo no século passado. O enfoque do processamento da informação, segundo alguns autores dentre os quais citamos Gardner (1987) e Pozo (1989) começou a aparecer por volta de 1956. Os pesquisadores deste paradigma reconhecem duas situações históricas exógenas que criam uma atmosfera propícia para o desenvolvimento do processamento da informação.

Primeiro, a revolução tecnológica do pós-guerra no campo das comunicações e da informática e segundo o clima de crítica e desconfiança que surgia nesta mesma década se começou a gerar em torno do paradigma comportamentalista. Críticas que apontavam suas inconsistências teóricas e metodológicas não iriam se adaptar aos “novos tempos”.

O paradigma do processamento da informação, não é uma abordagem monolítica, é formado por várias correntes e seu fundamento epistemológico está centrado na filosofia racionalista e atribui maior importância as representações internas (conceitos, tendências,...) que aos eventos externos durante o processo do conhecimento humano. O processo de aprendizagem não é regulado pelo meio externo e sim pelas representações que o sujeito constrói, do que concluem que a explicação do comportamento do homem deve ser remetida a uma série de processos internos que ocorrem dentro do mesmo.

Nesta concepção o docente é um simples facilitador dos processos de aprendizagem do estudante, sobre dimensionando o papel dos meios técnicos

neste processo. O estudante escolhe livremente a informação que vai aprender em muitos casos os computadores corrigem ao estudante no processo de auto-avaliação. Perdem-se os níveis de ajuda normais do docente ao estudante pelo que gera um “livre arbítrio” difícil de controlar. Não facilita a educação da personalidade dos alunos, subestimando o aspecto educacional do trabalho da escola; gera, portanto um falso protagonismo que em última instância conduz ao individualismo extremo. Mostra-se mais uma evolução do modelo comportamentalista que uma ruptura com esta corrente psicológica.

O processamento da informação parte de premissas como que operações como codificar, armazenar, comparar ou localizar informação está na base da inteligência humana e estuda os processos de aprendizagem como um processo de determinadas informações por parte dos estudantes. Dentro da teoria cognitiva os psicólogos do processamento da informação usam a analogia do computador para explicar a aprendizagem humana, com o pressuposto básico de que toda aprendizagem consiste em formar associações entre estímulo e resposta. Segundo Gardner [1993] o paradigma do processamento da informação dentro da psicologia educacional, se insere na grande tradição racionalista da filosofia, que outorga certa preponderância ao sujeito no ato do conhecimento. Um princípio fundamental para compreender adequadamente a analogia entre a mente e o computador é considerar dois tipos de sistemas de processamento de uma mesma classe que realizam um processamento de símbolos em forma propositiva [Newell e Simon, 1975]. Neste aspecto, a analogia que entre estes dois tipos de sistemas de tratamento de informação é de carácter funcional.

4.0. AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO NA EDUCAÇÃO

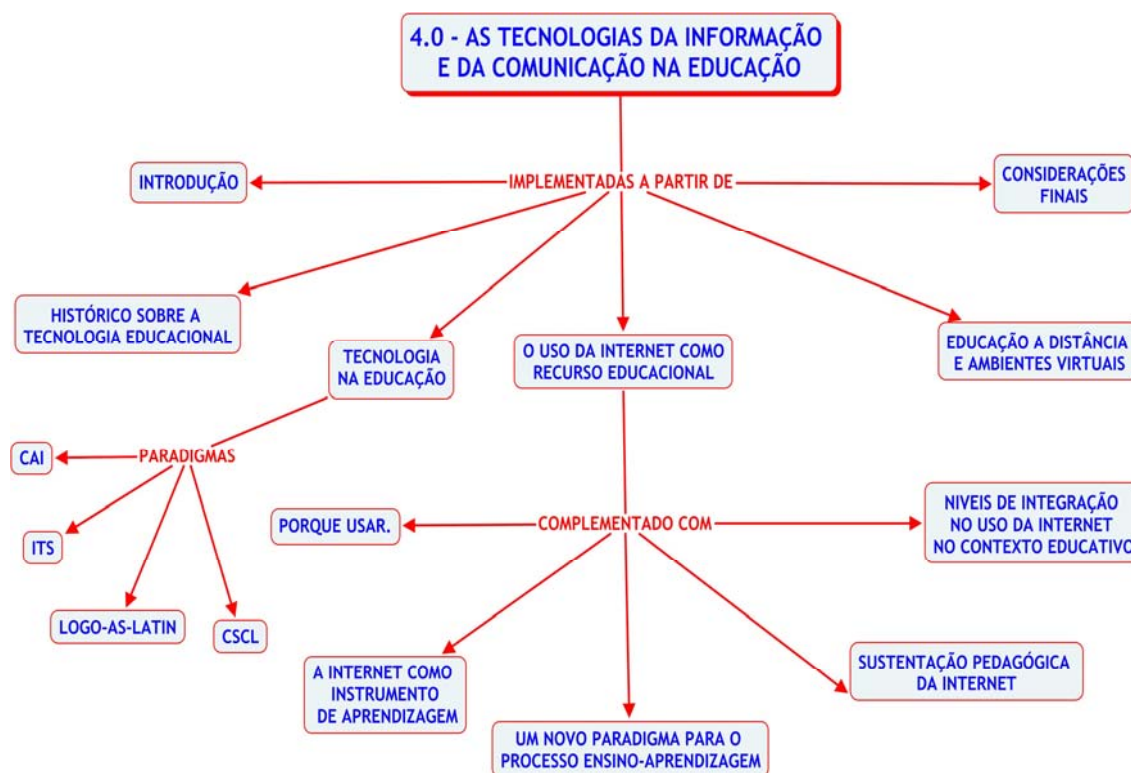


Figura 14: Mapa conceitual do capítulo 4

Neste capítulo será apresentada uma breve análise do estado atual da tecnologia educacional que se constitui em passo prévio para exposição dos modelos e metodologias que constituem os principais aportes desta tese. Após breve introdução, será feita uma revisão superficial da história da tecnologia educacional (especialmente telemática, em particular). O objetivo é chegar até o momento atual, no qual um dos maiores expoentes de tecnologia educacional é a World Wide Web.

4.1. Introdução

São muitas as teorias psicopedagógicas que formam a bagagem dos profissionais da educação. Estas teorias vêm evoluindo e adaptando-se a integração das tecnologias da informação e da comunicação nos contextos

educacionais. Na atualidade tanto no ensino tradicional como no ensino a distancia são promovidas às teorias denominadas construtivistas nas qual o protagonista é o que aprende e que tem um papel ativo durante o processo de ensino-aprendizagem. Estas teorias devem ser contrastadas com o novo cenário que supõem a aprendizagem colaborativa através de internet. As orientações sobre os processos de aprendizagem através da rede incidem naqueles processos de comunicação que devem ser produzidos entre os atores participantes nos cursos de formação on-line. O uso dos recursos educacionais como ferramenta para o trabalho docente e sua seleção para o uso dos alunos são dois aspectos de interesse no campo da informática educacional.

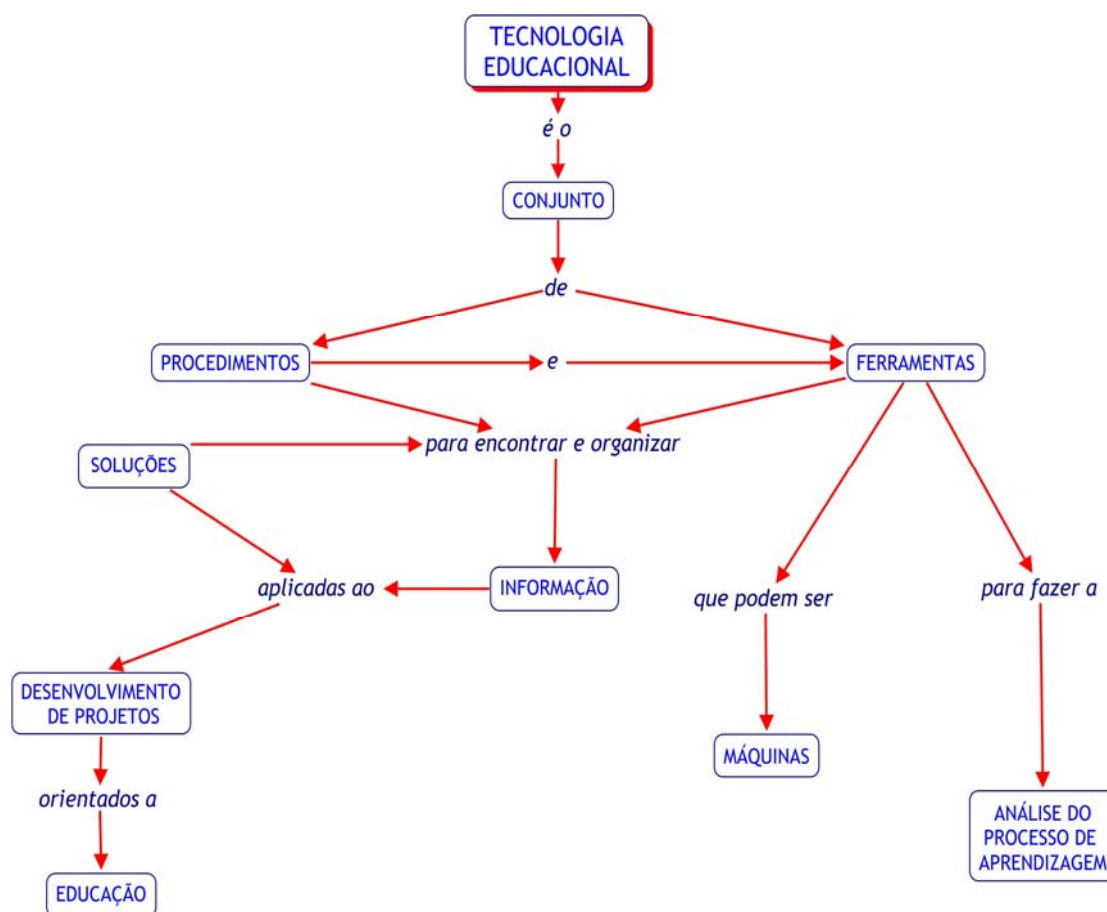


Figura 15: Tecnologias da informação na educação

As primeiras idéias sobre desenvolvimento de software educacional apareceram na década de 60, tomando maior ênfase depois do surgimento dos microcomputadores no final dos anos 80. O uso de software educacional como

material didático é relativamente novo, o primeiro passo foram dados pela linguagem Logo, que a partir de seu desenvolvimento no MIT foi utilizada em numerosas escolas e universidades. Desenvolveu-se uma linha de software que corresponde às linguagens para a aprendizagem e dela nasce o Logo, que foi utilizado em um sentido construtivista de aprendizagem.

4.1.1 A Tecnologia Educacional.

Embora cercado de certa polêmica sobre o conceito de tecnologia educacional é ao menos é possível ensaiar uma definição do mesmo, por exemplo, de uma perspectiva mais ampla, se pode definir a tecnologia educacional como a aplicação de um enfoque científico e sistemático ao melhoramento da educação (definição esta que deve ser creditada a Chadwick²¹). Ou dito de outra forma, a aplicação de procedimentos organizados com um enfoque de sistemas, para resolver problemas no sistema educacional com objetivo de otimizar o mesmo.

Também é possível definir a tecnologia educacional de forma mais restrita, atendendo ao estudo dos meios nos processos didáticos, e a análise de todos aqueles equipamentos técnicos que servem de suporte aos conteúdos da educação, que sempre estão em função dos objetivos a alcançar e das características dos alunos aos que vão destinados.

O enfoque adotado nesta seção será o de contemplar a tecnologia educacional a partir de uma perspectiva historicista. Começar-se-á fazendo um breve resumo da história da educação em geral (com uma intenção mais ilustrativa que exaustiva), passando na continuação a fazer o mesmo com a historia recente dos artefatos tecnológicos empregados na educação. O objetivo é que esta breve revisão histórica desemboque no momento presente, dominado por uma tecnologia educacional de aparição recente: a Internet e a World Wide

²¹ Clifton Chadwick: Ph.D. em Pesquisa Educacional pela Universidade do Estado da Flórida. Especialista em educação e tecnologia da performance aplicada às organizações educacionais. Pesquisador em sistemas de aprendizagem e especialista em avaliação.

Web.

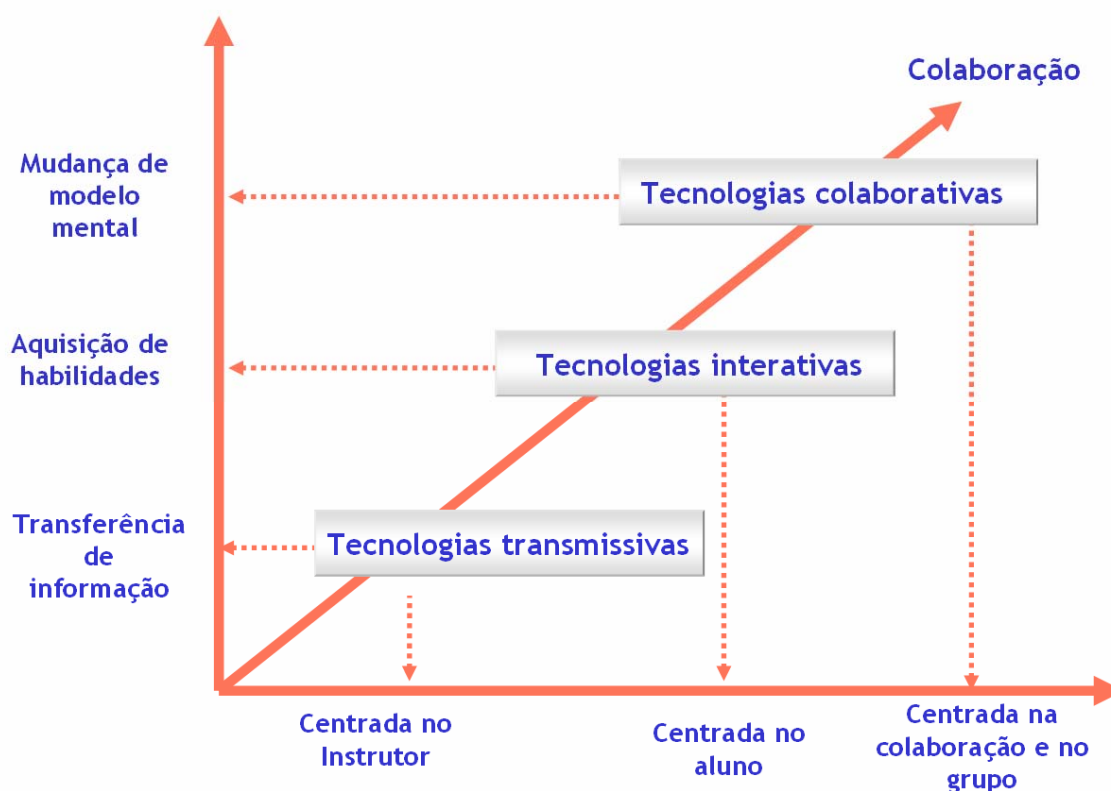


Figura 16: Relação entre tecnologias e pedagogia²²

4.1.2. Breve histórico sobre a tecnologia educacional.

De acordo com Cabero(1989) a revisar os aportes aos fundamentos teóricos e metodológicos relacionados com a tecnologia aplicada à educação ao longo da história, encontram-se alguns notáveis precursores neste campo: os *sofistas gregos* (século V, dão importância à instrução grupal sistêmica e aos materiais e estratégias pedagógicas), Sócrates, Santo Tomas de Aquino, Comenius (este último, do século XVII, e de acordo com a máxima aristotélica "*nihil is in intellectu quod prius non fuerit in sensu*"²³, davam grande importância às ilustrações nos manuais de latim), Rousseau (século XVIII, com sua visão

²² Adaptado do texto "Ambientes virtuais de aprendizagem" de Rafael Casado Ortiz, disponível em fac.org.ar/material/docentes/ambvirap.ppt

²³ Nada há no intelecto que antes não houvesse passado pelos sentidos.

paidocêntrica), Pestalozzi, e Herbart. (século XIX que afiançam esta linha paidocêntrica e destacam a importância dos meios e os métodos instrutivos).

Além dos precursores citados devemos buscar informações adicionais entre os autores americanos do início do século XX onde muitos educadores e cientistas começaram a pensar em uma nova era para a prática educacional. Assim, no início do século e durante um curto período de tempo, com autores como Dewey (que defendia uma educação baseada na experiência), Thorndike (que fixou as bases do comportamentalismo), Montessori ou Pressey existiu uma forte conexão entre psicologia e educação, argumentando a necessidade de estabelecer uma ciência ponte entre as teorias psicológicas e sua aplicação aos contextos instrucionais ou Psicologia da Instrução.

Ao repassar a história da tecnologia educacional constata-se que sua conceitualização tem sofrido muitas transformações ao longo do tempo, consequência da evolução de nossa sociedade que vive um momento de rápido desenvolvimento tecnológico e das mudanças que são produzidas nas ciências que a fundamentam. A partir de um predomínio do enfoque científico-positivista (baseado em formulações de autores como Skinner, Briggs, Chadwick, Gagné, Merrill, Romiszowski...) ao centrá-la nos meios, entendidos unicamente como dispositivos tecnológicos utilizados com fins instrutivos e uma clara dependência da Psicologia da Aprendizagem, que a situaram em uma perspectiva técnico-empírica, as mudanças de paradigma em algumas das disciplinas que a sustentavam lhe permitiu evoluir e encontrar novos enfoques sob uma perspectiva cognitiva mediacional e crítica.

Assim, entre outras mudanças, pode-se destacar a evolução de sua conceitualização *"que a partir de um enfoque instrumentalista, passando por um enfoque sistêmico do ensino centrado na solução de problemas, até um enfoque mais centrado na análise e desenvolvimento de meios e recursos de ensino que não somente falem da aplicação, e sim também de reflexão e construção de conhecimento"* (PRENDES, 1998), ao invés de perguntar pelo modo como são usados os aparatos tecnológicos deve-se perguntar pelos

processos educacionais que eles podem desenvolver, de considerar técnicas aplicáveis a qualquer situação e grupo para atender as diferenças individuais e assumir a importância do contexto, e a evolução a partir de uma fundamentação psicológica comportamentalista para uma perspectiva cognitivista.

Ainda que Thorndike²⁴ no início do século XX já houvesse estabelecido alguns de seus princípios e que Pressey²⁵ tenha desenvolvido máquinas de ensinar entre 1920 e 1930, para muitos o marco de início do desenvolvimento da tecnologia educacional é em 1954 com a publicação das obras de Skinner “*A ciência da aprendizagem e a arte de ensinar*” e “*Máquinas de ensinar*”, onde são formuladas algumas propostas de ensino programado linear sob os pressupostos científicos comportamentalistas.

Nos anos 60 se pensou que a aplicação dos avanços tecnológicos no ensino poderia ser uma das possíveis soluções para os problemas educacionais da época, porém, a introdução da tecnologia não esteve acompanhada da teoria acerca do ensino e da aprendizagem. Aparece uma grande variedade de termos para denominar a técnica do “ensino programado”, porém, não houve uma unificação quanto a suas características, fundamentos psicológicos e pedagógicos.

Finalmente, aparece o termo “tecnologia educacional”, que nos anos 60-70, denotando a relação entre recursos humanos e materiais, aplicados para conseguir uma melhor aprendizagem, como meio de promoção do ensino, agora com um enfoque educacional amplo e contextualizado.

A partir de 1960 pode-se dizer que houve a “decolagem” no interesse pelo desenvolvimento da tecnologia na educação ao se considerar as aplicações

²⁴ Edward L. Thorndike: (1874-1949). Foi professor de psicologia durante mais de trinta anos no Teachers College de Columbia, Estados Unidos.

²⁵ Sidney Leavitt Pressey: (1888-1979). Psicólogo norte-americano projetou as primeiras “máquinas de ensinar”. Em 1920 desenvolveu máquina que fornecia o gabarito de forma imediata para testes da múltipla escolha.

educacionais dos meios de comunicação unidas ao interesse para o estudo dos processos de comunicação produzidos em sala de aula. Neste período percebe-se o interesse na incorporação de conhecimentos (teorias, modelos e procedimentos) desenvolvidos no campo das ciências sociais como a Teoria da Comunicação de Weaver e Shanon apoiada em uma sólida base matemática, que buscava sobretudo uma transmissão eficaz das mensagens.

A partir da análise e controle dos diferentes tipos de sinais que vão do emissor para o receptor e a classificação dos meios, segundo o critério da maior para menor abstração de Dale (1964), que defendia que as idéias podem ser mais facilmente entendidas e retidas se forem construídas a partir da experiência concreta.



Figura 17: Cone da experiência. DALE (1966).

Na década de 70 se percebe a ampla difusão da Teoria de Geral de Sistemas formulada oralmente nos anos 30 (Ludwig von Bertalanffy, 1976), que aporta uma concepção aplicável ao processo educacional para facilitar a análise e controle das variáveis fundamentais que incidem no mesmo e para descrever a

totalidade do processo de programação-ensino-aprendizagem, considerado como um sistema de tomada de decisões e colocar em prática as mesmas.

Também neste período entra em evidência a Cibernética, ciência do controle e da comunicação, batizada com este nome por N. Wiener (1971) na metade do século XX ao referir-se sobre o campo do conhecimento que estuda analogias entre os processos auto-reguladores dos organismos vivos, o funcionamento de determinados dispositivos técnicos e certas formas de desenvolvimento de sistemas sociais, que também exerceu sua influencia no campo da tecnologia Educacional. A influencia dos modelos cibernéticos conduziu a considerar um novo elemento no modelo comunicativo matemático de Weaver e Shanon: a realimentação ou "*feed-back*".

Na década de 70 o desenvolvimento da informática consolida a utilização dos computadores com fins educativos, formalizada inicialmente em aplicações como os programas informáticos baseados no modelo associacionista de aprendizagem que recuperam conceitos do ensino programado e das máquinas de ensinar e posteriormente com materiais projetados sob enfoques educativos do tipo construtivista. Atualmente, a difusão massiva das novas Tecnologias da Informação e da Comunicação (informática, multimídia, telemática) em todos os âmbitos e camadas sociais tem multiplicado sua presença nos centros educacionais.

Se bem é certo que o emprego de muitos meios proporciona aos estudantes mais experiência, mais possibilidades de interação com a realidade, este enfoque da tecnologia educativa centrado exclusivamente nos meios tem recebido muitas críticas por sua argumentação simplista, (esquece que os meios são somente um elemento a mais em um currículo), pela separação entre produtores e professores que utilizam os meios. Os meios, através de seus sistemas simbólicos interacionam com a estrutura cognitiva dos estudantes e provocam o desenvolvimento e a suplantação de determinadas habilidades (SALOMON, 1981). Os meios são um elemento curricular mais que influem e condicionam a organização do processo de instrução, a relação

professor-aluno, a adequação de espaços, a duração das atividades, o sistema de controle e o desempenho por parte do professor de determinadas funções didáticas e extra didáticas.

Atualmente diversos autores a partir das diversas abordagens citadas anteriormente assinalam a existência de duas formas básicas de visualizar o uso dos recursos tecnológico na educação, ainda que todas elas coincidam ao determinar como **objeto central** destas que os recursos tecnológicos apóiam a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem e auxiliam a resolução dos problemas educacionais a hipótese que baseia esta afirmação consiste em que a aprendizagem pode ser melhorada e que existem recursos e técnicas para obtê-la. Assim procuram conceitualizar a tecnologia educacional com independência das teorias comportamentalistas, cognitivistas ou construtivistas subjacentes através de dois conceitos: centrado nos meios e centrado na instrução.

A abordagem que visualiza a utilização do recurso tecnológico centrado nos meios se refere ao design, desenvolvimento e implementação de técnicas e materiais (produtos) baseados nos novos meios tecnológicos para promover a eficácia e a eficiência do ensino e contribuir para resolver os problemas educacionais. É uma concepção eminentemente prática que inclui a utilização dos recursos desde perspectivas centradas na simples aplicação de meios no ensino para transmitir mensagens (sem levar em conta as características dos estudantes ou as especificidades do contexto) até as que se centram na melhora dos processos do ato didático (considerando todos seus elementos) com a ajuda dos recursos tecnológicos.

Por outro lado a abordagem que leva em conta o uso do recurso tecnológico centrado na instrução é entendida como um modelo teórico-prático para o desenvolvimento sistemático da instrução. Nesta o uso da tecnológica vai além do mero domínio dos recursos e aparatos e se caracteriza como um processo de planejamento e gestão dos processos de ensino aplicando os princípios científicos (definição de teorias de aprendizagem, design do currículo, seleção

e produção de materiais, escolha de métodos, gestão da instrução, avaliação dos resultados).

Esta proposta procura ser mais inclusiva e centrada na instrução, a partir da perspectiva dos contextos disciplinares, como matéria de um plano de estudos, o estudo da "*tecnologia da educação*", do proceder tecnológico nos processos de design, execução e avaliação das atuações educativas, deve corresponder a cada uma das disciplinas pedagógicas que, além disso, da vertente teórico-especulativa têm uma vertente prática-normativa, um campo de atuação prática que podem desenvolver de maneira sistemática e de acordo com as pautas de atuação tecnológica.

4.2. Tecnologia na educação

Na sessão anterior procurou-se apresentar uma perspectiva sobre a utilização dos recursos tecnológicos nos ambientes educacionais onde foi efetuada uma revisão sua evolução nestes ambientes, em geral, é aceito que o nascimento da disciplina da "instrução assistida por computador" e dos primeiros fundamentos instrucionais da mesma se realiza até meados de 1950 da mão das teorias comportamentalistas de Skinner que aponta as deficiências das técnicas de instrução tradicionais e estabelecendo que estas poderiam ser melhoradas com o uso do que então se denominava "teaching machines". O paradigma em que se inspira para o desenvolvimento da tecnologia aplicada ao ensino é o que então se denomina "instrução programada", da qual foi pioneiro o psicólogo norte-americano Pressey²⁶, e que se assenta sobre a base de que o material educacional deve ser composto por uma série de pequenos "passos", cada um dos quais precisa da resposta ativa do estudante, que recebe uma realimentação instantânea no uso dos mesmos.

²⁶ Dr. Sidney Pressey em 1924 que inventou uma máquina para corrigir testes de múltipla escolha.

No livro “CSCL: Theory and practise of an emerging paradigm” (1997), Timothy Koschmann²⁷ apresenta uma nova maneira de classificar as mudanças que podem ser observadas na tecnologia educacional durante as últimas décadas. A classificação se constrói sobre a teoria de Kuhn de mudanças paradigmáticas em disciplinas científicas. Ele divide a evolução histórica da “Tecnologia educacional” em quatro paradigmas:

- CAI (Computer Assisted Instruction): Do ponto de vista do uso dos recursos computacionais foi um dos primeiros esforços e teve seu surgimento em 1960 com o Coursewriter I da IBM que é considerado por muitos o primeiro software de autoria. O CAI é baseado principalmente no comportamentalismo.
- ITS (Intelligent Tutoring System): Surgiu no início da década de 1970, para Larry Cuban (1993) a partir da migração de pesquisadores da área de inteligência artificial para a área educacional. O mesmo autor afirma que este paradigma é marcado com a apresentação da dissertação de J.R. Carbonell em 1970, onde este apresentou as potencialidades da utilização da inteligência artificial em processos instrucionais mediados por tecnologia informática. O ITS toma como modelo pedagógico o cognitivismo.
- Logo-as-Latin: Surgiu na década de 1980 e segundo Cuban (1993) o evento que marca o início deste paradigma é a publicação de Mindstorms por Simon Papert.
- CSCL (Computer Supported Collaborative Learning): Teve como marco de criação o workshop “Special Program on Advanced Educational Technology” coordenado pelo NATO Advanced Study Institute e realizado em Acquafredda di Maratea, Itália, em junho de 1989. Posteriormente apareceu como área emergente no “Workshop on Computer Support for Collaborative Learning” realizado entre 4 e 6 de Outubro de 1991 na Southern Illinois University.

²⁷ Timothy Koschmann é professor do Department of Medical Education da Southern Illinois University School of Medicine. Recentemente fundou o website “Collaboration & Learning Laboratory (CaLL)”.

A Tabela 3 apresenta uma síntese desta evolução:

Tabela 3. Evolução de paradigmas a respeito do uso educacional dos computadores.

DÉCADA	PARADIGMA	DESCRIÇÃO
1960-1970	Instrução programada (CAI)	A aprendizagem se obtém passivamente, assimilando a informação que proporciona o computador.
1970-1980	Aplicações de Inteligência Artificial o desenvolvimento de Intelligent Tutoring Sestems (ITS). Realizam-se atividades que facilitam a aquisição de diversas representações do conhecimento.	O computador delinea problemas e proporciona retro alimentação para as soluções dos usuários. A solução de um problema implica na definição do estado inicial, o estado final ou meta e uma série de operações requeridas para passar de um ao outro.
1980-1990	Logo-as-Latin se refere à linguagem LOGO usada por crianças para aprender geometria. Continua-se com a exploração de micromundos (cenários artificiais governados por regras próprias).	A aprendizagem é por descobrimento e conduz a escrever e manejar programas de computador, como etapa relevante na construção do conhecimento. Aprender a programar no computador tem um benefício difuso como aprender Latim ou Grego.
1990-2000	Enfoque construtivista que propicia interações em comunidades que compartilham conhecimento (CSCL).	O conhecimento contextualizado se constrói por meio de processos de aprendizagem colaborativa que se enfocam para resolver problemas.

Para definir estes paradigmas, Koschmann propõe quatro dimensões:

- A teoria da aprendizagem sobre a que se sustenta o paradigma (habitualmente aparece de forma implícita);
- O modelo pedagógico que se utiliza, e em particular o papel da tecnologia no referido modelo;
- A metodologia de investigação que se aplica, ou seja, como são justificados os princípios que são postulados? Que métodos são empregados? Etc.;
- Os problemas que são considerados o objeto principal da investigação no paradigma;

4.2.1. Paradigma CAI

O CAI (*Computer Assisted Instruction*) baseia-se nas teorias de aprendizagem comportamentalistas e engloba um amplo grupo de aplicações pensadas e desenvolvidas especificamente para reproduzir o modelo tradicional de ensino e aprendizagem. Neste paradigma, a aprendizagem é vista como o resultado de um processo de aquisição (passiva) da informação por parte do aluno. O papel principal do professor é o de desenvolver um método eficiente de apresentar e explicar esse conhecimento e o de determinar se os alunos conseguiram aprender a matéria objeto do ensino. Neste caso, o ensino é concebido como um processo de transmissão de informação.

As primeiras aplicações CAI as chamadas máquinas de ensinar, seguiam a teoria psicológica predominante naquele momento: o comportamentalismo. Estes programas baseavam seu funcionamento em uma interação professor aluno, caracterizada por seqüências de Estimulo-Resposta-Reforço. As propostas de (Skinner 1968) de ensino programado junto com os modelos de desenho instrutivo por objetivos, segundo uma taxonomia formulada por Bloom (1984) e ampliada por Gagné (1968) e posteriormente por Merrill (1980), formaram a base sobre a qual foram desenvolvidos, a partir de 1960,

numerosos sistemas de autoria, sendo “COURSEWRITER” um dos mais populares.

A avaliação dos sistemas CAI sobre os quais existe abundante literatura, se fundamentam em termos da eficácia instrutiva. Para isso são implementados experimentos que permitem estabelecer conclusões que dizem respeito ao tema central neste paradigma: que melhora se obtém nos resultados dos alunos que utilizam o sistema frente aos que não o utilizam. Santos Urbina (2006), construiu o quadro 7 onde são mencionadas as vantagens e inconvenientes do paradigma CAI.

VANTAGENS	INCONVENIENTES
Facilidade de uso. Não são requeridos conhecimentos prévios.	Aluno Passivo
Existe interação	Não é possível a participação do docente para tirar dúvidas, etc.
A seqüência de aprendizagem pode ser programada de acordo com as necessidades do aluno.	Excessiva rigidez na sequencia dos conteúdos, que impede o tratamento de respostas não previstas.
Retroalimentação imediata sobre cada resposta.	Não se sabe porque um reativo é correto ou incorreto.
Favorecem a automatização das habilidades básicas para aprendizagens mais complexas.	Fragmentação dos conteúdos excessivamente uniformes e redutora, qualquer que seja a metéria.
Proporciona ensino individualizado.	Individualização muito elementar. Não leva em conta o ritmo do aluno, não guia.

Quadro 7: Vantagens e desvantagens do CAI

Grande parte do software educacional atual, sobretudo o de uso mais intenso, segue os princípios do projeto instrutivo comportamentalista: decomposição da informação em unidades, sequencialização de atividades de interação com o usuário seguida de um reforço. O reforço deve ser pré-determinado pelo autor para alcançar os objetivos de ensino que foram estabelecidos.

Significado do acrônimo	Computer assisted instruction
Evento Paradigmático	O lançamento do Coursewriter I (1960) da IBM
Teoria da aprendizagem que fundamenta ...	Comportamentalista
Enquadramento epistemológico	- Realista (o conhecimento se vê como é determinado). - Absolutista (o professor é visto como a autoridade final).
A aprendizagem é ...	"..a aquisição passiva ou absorção de um conjunto de informação estabelecido (rigidamente definido com antecedência)"
Ponto de vista sobre o pensamento ...	Um fenômeno que reside dentro da cabeça do indivíduo.
Métodos de pesquisa usados	Métodos tradicionais de experimentação psicológica
Foco da pesquisa	Eficácia instrucional.
Modelo de instrução	"O processo devolve um processo de transmissão ou distribuição: ensino como distribuição"
Papel da tecnologia	"As aplicações...Tendem a ser ferramentas práticas e diretas desenvolvidas em torno das necessidades identificadas na sala de aulas".
Foco das aplicações	Identificar as metas de aprendizagem e implementar estas na aplicação, decompondo as metas em tarefas e desenvolvendo uma sequência de atividades que levem o participante através do domínio inteiro do tema.
Ponto em comum entre os desenvolvedores	Ensino

Quadro 8: Resumo do CAI

4.2.2. Paradigma ITS

O ITS (*Intelligent Tutoring Systems*) é um paradigma que surgiu nos anos setenta como fruto do trabalho que realizavam pesquisadores em Inteligência Artificial (IA) com especialistas em educação, a partir do convencimento de que utilizando técnicas de IA se podia melhorar os processos de aprendizagem e construir sistemas onde o componente tutorial pudesse gerar propostas individualizadas de ensino considerando de forma dinâmica o estado e a situação de cada aluno.

Neste paradigma a maioria das aplicações são tutores inteligentes que podem ser considerados sistemas especialistas ao menos em dois níveis, o de processo de instrução e o da matéria a ensinar, dos que o sistema tem conhecimento representado de forma explícita. Uma arquitetura de ITS é apresentada na figura 15. Como se vê é constituída de quatro módulos como identificados e descritos seguir:

- Módulo Especialista: Sistema especialista que contém os conhecimentos ou base de conhecimentos do tutor.
- Módulo Estudante: se refere a quem utilizará o ITS para aprender um tema específico, além disso, deverá reconhecer o comportamento do estudante.
- Módulo Ensino: Aqui se encontram as estratégias de ensino que estão diretamente relacionadas com o domínio do conhecimento.
- Módulo Interface: É a forma final do ITS, o que vê o usuário.

Os ITS se baseiam na noção central de modelo de processamento de conhecimento. Portanto, a diferença dos sistemas CAI é que neste caso o módulo do domínio não é simplesmente uma descrição de uma matéria e sim um componente dinâmico e operacional que permite que o sistema possa, por exemplo, delinear e resolver problemas no domínio objeto de ensino.

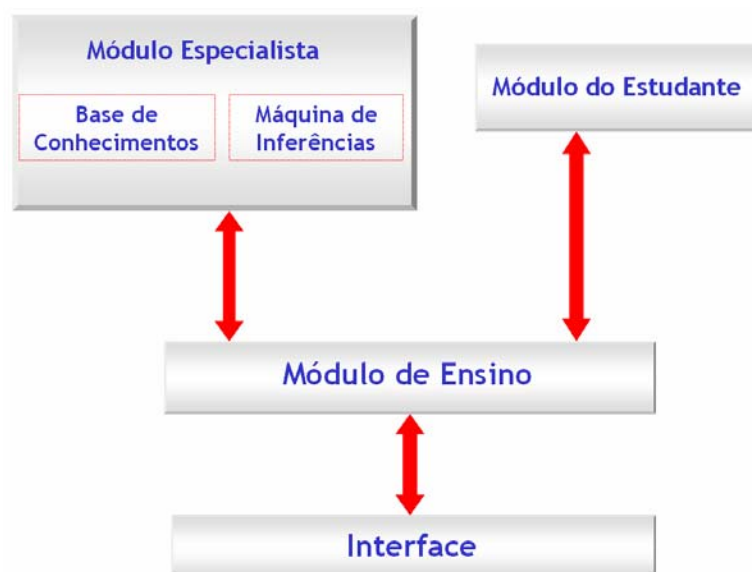


Figura 18: Estrutura de um ITS.

Aprender neste paradigma é um processo cognitivo mediante o qual o aluno vai construindo seu modelo mental do domínio de forma que ao final do processo de aprendizagem seja um modelo especialista. O processo de ensino consiste em realizar um conjunto de tarefas projetadas para facilitar ao aluno a aquisição desse conhecimento. O componente tutor do sistema está dotado de

um conjunto de estratégias instrucionais com as que deve gerar uma estratégia de ensino adaptando-se a evolução de cada aluno. Para ele o tutor de ser capaz de:

- Realizar atividades de diagnóstico automático (comparando o comportamento do aluno com o modelo especialista) para determinar as causas dos erros e, em função dele,
- Gerar diferentes seqüências de instrução dinamicamente.

Os ITS se enquadram de igual forma que os sistemas CAI na metáfora do computador como tutor que neste caso faz o papel de tutor flexível que ajuda ao aluno a adquirir de forma ativa e individualizada um modelo de conhecimento de uma matéria. A avaliação dos ITS não se fundamenta como no caso dos sistemas CAI em termos do efeito produzido, mediante uma comparação dos resultados obtidos em um teste objetivo pelos alunos que tenham usado o sistema frente aos que não o haviam usado, e sim na mudança qualitativa que se produz no próprio processo de aprendizagem: estruturação e níveis de abstração do conhecimento, formulação de estratégias de resolução, atividades de meta-raciocínio sobre o próprio processo, etc.

Os sistemas ITS, como sistemas baseados no conhecimento enfrentam na prática aos problemas metodológicos, de custo e transportabilidade típicos da construção de bases de conhecimento, agravadas neste caso pela carência de teorias para o diagnóstico de erros conceituais e a dificuldade de implementar módulos de aluno que sejam computáveis, suficientemente completos e eficientes. Por isso, seu uso cotidiano na esfera educativa tem sido muito escasso, centrando-se em domínios muito especializados de ensino universitário como programação, matemáticas ou medicina. O maior êxito que têm alcançado tem sido nas áreas de formação e treinamento profissional. Estes sistemas se baseiam na teoria da aprendizagem cognitiva e se pode ver um resumo no Quadro 9

Significado do acrônimo	Intelligent tutoring system
Evento Paradigmático	Migração de pesquisadores para a Inteligência Artificial (Dissertação de Carbonell em 1979)
Teoria da aprendizagem que fundamenta ...	Cognitivista
Enquadramento epistemológico	-Realista (o conhecimento é visto como é determinado) -Absolutista (o professor é visto como autoridade final)
A aprendizagem é ...	O processo no qual o participante adquire uma compreensão adequada do espaço do problema
Ponto de vista sobre o pensamento ...	Um fenômeno que reside dentro da cabeça do indivíduo
Métodos de pesquisa usados	Métodos tradicionais de experimentação psicológica
Foco da pesquisa	Competência Instrucional.
Modelo de instrução	A instrução consiste em atividades desenhadas para facilitar a aquisição de tal representação pelo participante
Papel da tecnologia	A aplicação desenhada serve de instrução propondo problemas e proporcionando feed-back ao participante
Foco das aplicações	A identificação de metas de aprendizagem, a decomposição de tarefas e a apresentação interativa de temas segundo o conhecimento atual do participante facilitará o processo que ajudará ao participante a alcançar as metas de aprendizagem.
Ponto em comum entre os desenvolvedores	Inteligência Artificial

Quadro 9: Resumo do ITS

4.2.3. Paradigma do LOGO-as-latin

Este paradigma engloba boa parte do construtivismo tem sua origem nos trabalhos de Piaget e recebe o nome da linguagem LOGO. Assim como historicamente o ensino de latim foi considerado o pilar formativo básico, Papert defende que a aprendizagem da programação pode desempenhar esse papel para desenvolver e alcançar objetivos globais de aprendizagem. Em contraste com os dois paradigmas anteriores de aprendizagem por instrução, neste caso, a intervenção pedagógica se limita em criar as condições adequadas para que o aluno possa explorar por si mesmo, controlando com autonomia em todo momento seu próprio processo.

Considerando que a pesquisa sobre o paradigma CAI se refere à eficácia educacional, a pesquisa LOGO-as-Latin se centra mais especificamente na

aplicação da transferência educacional. Na continuação se mostra um resumo do LOGO-As-Latin no Quadro 10.

Evento Paradigmático	Publicação do Mindstorms (1980)
Teoria da aprendizagem que fundamenta ...	Construtivismo cognitivo
Enquadramento epistemológico	Relativista (nada é absoluto, porém varia segundo o tempo e o espaço)
	Falibilidade (nada pode ser dado como concluído definitivamente)
	O conhecimento é adquirido por processos de construção subjetiva em parte pelo organismo da experiência em lugar de um descobrimento da realidade ontológica
A aprendizagem é ...	A nova informação interatua com conhecimento prévio e como "gatilho" de um processo de assimilação e acomodação.
Ponto de vista sobre o pensamento ...	Um fenômeno que reside dentro da cabeça do indivíduo.
Métodos de pesquisa usados	Métodos tradicionais de experimentação psicológica.
Foco da pesquisa	Transferência Instrucional
Modelo de instrução	Aprendizagem por descobrimento
Papel da tecnologia	O computador cria alguns tipos de ambientes no qual os participantes fazem de professor e o computador faz de "tutee"
Foco das aplicações	Aprender a programar e acomodar as vantagens cognitivas, mas além de uma aprendizagem simplesmente de codificação.

Quadro 10: Resumo do Logo-as-Latin

4.2.4. Paradigma CSCL

Os paradigmas anteriores diferem em suas teorias, porém compartilham uma visão psicológica (quer seja comportamentalista ou cognitivista) da aprendizagem, como um fenômeno intrapessoal que acontece na mente de cada indivíduo, e que pode estudar-se com os métodos clássicos de experimentação em Psicologia.

Em consonância com esta perspectiva o software educacional se constitui em um sistema de uso individual, independente, para cada aluno. Pelo contrario, o paradigma CSCL se baseia em uma visão sociocultural da cognição. Propõe a natureza essencialmente social dos processos de aprendizagem, e em consequência são usados métodos de estudo e experimentação provenientes

de disciplinas como a Antropologia, Sociologia, Comunicação e Lingüística. A partir deste enfoque, a tecnologia interessa em quanto ao potencial que oferece para criar, favorecer ou enriquecer contextos interpessoais de aprendizagem.

A perspectiva social da cognição engloba hoje em dia a três grandes movimentos de origem diversa, que tem dado lugar as escolas conhecidas como: construtivismo social, abordagem histórico-cultural e cognição situada. Nas seções seguintes são descritas brevemente cada uma delas. Esta perspectiva tem sido influenciada por vários movimentos recentes tais como: Construtivismo socialmente orientado, teoria social soviética, teoria cognitiva situada, teoria sócio cultural, etc. Sendo seu principal expositor Vygotsky, como se pode ver na Figura 19.

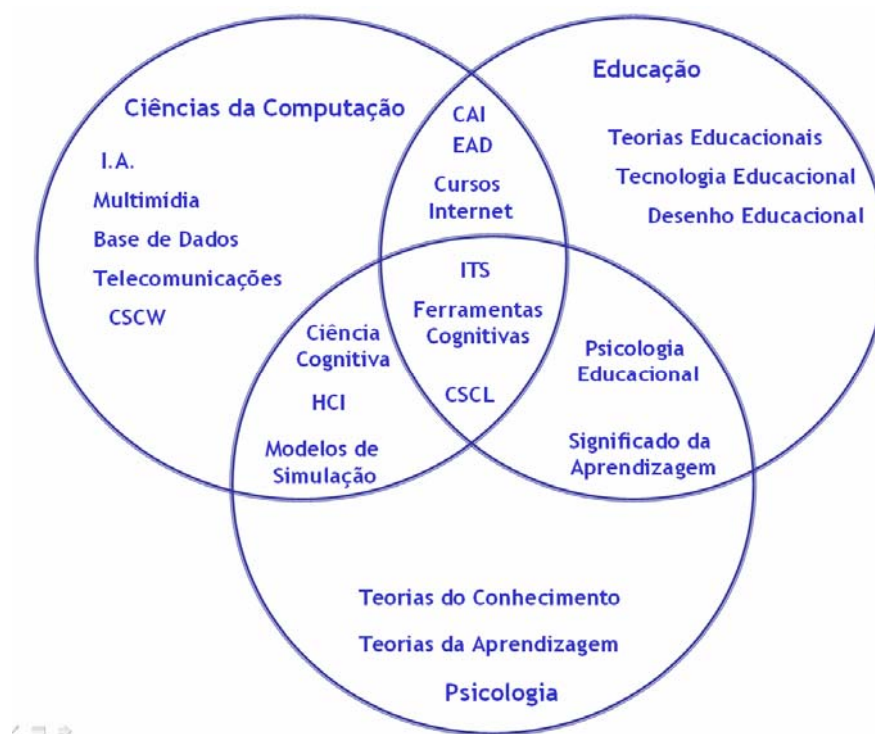


Figura 19: O CSCL e as áreas de pesquisa.

O CSCL tem se preocupado preocupado com a aprendizagem colaborativa em grupos utilizando as Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC), de forma que permita o intercambio de idéias, discussões, etc. levando em

conta a maneira de interação dos aprendizes e dos tutores já que eles também são partes do processo de aprendizagem.

Pode-se definir CSCL como o uso do computador como um dispositivo mediador que auxilia os estudantes na comunicação, cooperação e colaboração através de uma rede, provendo assistência na construção e aplicação de conhecimento, convertendo-os em membros ativos dentro de uma comunidade virtual. A partir do CSCL surge um novo conceito que é o de ambiente colaborativo que tem como principais características:

- A participação do estudante a qualquer momento e de qualquer lugar.
- Que o espaço de conhecimento seja extensível.
- A capacidade dos estudantes em interatuar com recursos de conhecimento compartilhados.
- Que os estudantes possam dar suas opiniões acerca dos elementos de conhecimentos dentro do acervo.

Por outro lado a efetividade de um CSCL poderá ser mensurada pelas condições disponibilizadas ao estudante para que possa:

- Ter responsabilidade por sua própria aprendizagem.
- Manejar os requerimentos e recursos disponíveis.
- Ter habilidades de comunicação e cooperação.
- Criar novo conhecimento e colocá-lo em prática.
- Aprender em seu ritmo, forma e lugares preferidos.
- Perguntar, refletir e discutir com os demais membros do ambiente.

No quadro 11 é apresentado um resumo do CSCL.

Significado do acrônimo	Computer supported collaborative learning
Evento Paradigmático	Workshop CSCL OTAN 1989
Teoria da aprendizagem que fundamenta ...	Orientado ao construtivismo social e as teorias sociocultural soviética e cognição situada.
Enquadramento epistemológico	- Relativista (nada é absoluto, porém varia segundo tempo e espaço) - Falibilidade (nada pode ser aceito como definitivo) - A construção de conhecimento é em essência um processo social
A aprendizagem é ...	Um processo recultural que ajuda aos estudantes a converter-se em membros de comunidades do conhecimento cuja característica comum é diferente das características de comunidade do conhecimento as quais já pertencem.
Ponto de vista sobre o pensamento ...	Um número de visão é competentes que põem a mente dentro do ambiente sociocultural circundante
Métodos de pesquisa usados	Métodos oriundos das ciências sociais e humanistas.
Foco da pesquisa	Processo é mais importante que o resultado. A preocupação principal é com o estudo básico das teorias observacionais de dados Descritivo é melhor que experimental. Expressa interesse no entendimento do processo do ponto de vista dos participantes (então, focam-se na fala dos participantes, nos artefatos que dão suporte e são produzidos pelas equipes de estudantes e os participantes fazem suas considerações dos seus trabalhos.
Modelo de instrução	Aprendizagem colaborativa
Papel da tecnologia	A importância pode variar em uma escala que desde o início é um pré-requisito para a colaboração poder ocorrer, como por exemplo simplesmente prover uma instância de imagem em um monitor com duas pessoas ou mais debatendo face-a-face. A importância de tecnologia irá segundo os fatores como a distância, aplicação de software, etc.
Foco das aplicações	Colaboração para facilitar a aprendizagem.
Ponto em comum entre os desenvolvedores	Ciências Sociais

Quadro 11: Resumo do CSCL.

4.3. Considerações a respeito da Internet como recurso educacional

Em seu livro "O Que será?", Michael Dertouzos, ex-diretor do Laboratory for Computer Science do MIT, aponta as diferenças que as diferentes grandes revoluções sócio-econômicas provocaram na educação. Dertouzos assinala que, assim como a primeira revolução industrial afetou indiretamente a educação de um modo favorável, pois ao estarem mais bem alimentados os estudantes aprenderam mais e a segunda revolução industrial continuou com essa tendência graças às melhoras nos meios de transporte dos estudantes, a calefação e a iluminação nas escolas; nesta nova revolução, a da informação, a ajuda está diretamente ligada com o coração mesmo da educação através da aquisição, organização e transmissão da informação, assim como através do uso de recursos como o e-mail que serve de intermediário nos intercâmbios entre mestres e alunos. O seja: é a primeira revolução sócio-econômica que

oferece tecnologias diretamente implicadas no processo de aprendizagem e, portanto as possibilidades em longo prazo são muito promissoras.

Quando alguém repassa a história da tecnologia e suas aplicações nos diversos âmbitos da sociedade, não pode deixar de assombrar-se pela forma como tem sido bem recebida em alguns campos tais como a medicina, as comunicações, a pesquisa, o comércio e o cinema, somente para citar alguns, e a rejeição e frustração que tem ocorrido em sua incursão no âmbito educativo. É certo que nas escolas, atualmente, existe uma grande variedade de aparatos como projetores de vídeo e computadores, entre outros.

Incorporar tecnologia é muito mais que introduzir aparatos de diversas índoles. É mudar atitudes e metodologias para dar-lhes um sentido superador. E fundamentalmente, é compreender que essa mudança, como todas, provocam um realinhamento de nossas estruturas que muitas vezes costumamos a assumir, porém que posteriormente torna-se benéfica. O êxito da escola depende de certa forma de nossa habilidade para fazer que essa mera presença de artefatos tecnológicos se transforme em uma integração através do currículo, de:

- Tecnologia,
- Conectividade,
- Conteúdo, e,
- Recursos humanos.

Estes quatro fatores são os que formam a “aprendizagem digital”, a qual, quando é implementada corretamente forma um ambiente de aprendizagem de características altamente dinâmicas e participativas. Este ambiente deveria ser: centrado em projetos e problemas, centrado no estudante antes em vez do docente, colaborativo, comunicativo, personalizado e produtivo. Este não é por certo uma panacéia e não altera os propósitos iniciais da educação, porém em uma sociedade que muda tão rapidamente ao não responder com estratégias adequadas a estas mudanças, é induzir os nossos alunos em um mundo no

atual suas possibilidades de desenvolvimento profissional estejam seriamente prejudicadas.

4.4. A aplicação educacional da Internet está ainda na superfície de suas potencialidades

Um ponto de partida da análise é conhecer qual é o contexto educacional onde ocorre a inserção da Internet. Existe um interesse em usar a Internet como recurso pedagógico, isso é inquestionável. A Internet não foi uma tecnologia inicialmente projetada para usos educacionais implicando que se deve dar um uso educacional inteligente para esta tecnologia que não foi criada com a finalidade pedagógica de apoiar a aprendizagem. Isso implica em uma tarefa complexa para quem pensa que as tecnologias da informação e comunicação têm sua *raison d'être (razão de ser)*, e que poderão constituir um valor educacional agregado que justifique seu uso ou que aporte algo diferente, novo, significativo e enriquecedor em relação às tecnologias em uso.

Para suprir uma necessidade ou um problema na aprendizagem podemos buscar suporte em uma tecnologia poderosa como é a Internet, para apoiar a resolução de problemas, por isso, defende que um uso pertinente da Internet requer uma prévia necessidade educacional, um problema ou um requerimento educativo de um conflito na aprendizagem onde se possa fazer uso da Internet de forma eficiente em relação a outras tecnologias, para que seja um sócio na construção significativa da aprendizagem.

A cultura e o uso da Internet atuam juntos para moldar a forma como os professores e alunos vêem o mundo e a Internet. O contexto escolar condiciona e molda o uso (e desuso) de tecnologias como a Internet para fins pedagógicos. O contexto escolar condiciona culturalmente os usos das ferramentas.

Independentemente das múltiplas possibilidades que a Internet oferece como ferramenta em si mesma para a busca de informação, a colaboração e o intercâmbio, também está provocando novas atitudes e mudanças entre os

atores do processo educacional. Assim podemos destacar que, dentro deste contexto para o processo de ensino-aprendizagem se observa que:

- Existe um fluxo de papéis diferente do esquema tradicional onde o professor “ensina” e o aluno “aprende”. Neste modelo os alunos, com um maior grau de participação e protagonismo podem também ser mestres de seus pares (e eventualmente de seus docentes), ajudantes de classe e pesquisadores; no entanto os professores necessariamente são “aprendizes contínuos” ao passo que seu trabalho se centra em serem guias de seus alunos, provocadores de novos rumos e atividades.
- Ante a volumosa quantidade de informação que se pode obter em uma busca, tanto alunos como professores se transformam em avaliadores de informação mais que em simples consumidores da mesma.
- O trabalho em equipe assume um sentido próprio em função da diversidade de papéis ante uma atividade determinada e eventualmente ante a distância física dos componentes desse grupo “telecolaborativo”.
- A facilidade que brinda a publicação de trabalhos, monografias, lições, atividades, etc., outorga um sentido de perdurabilidade aos mesmos, provocando um maior cuidado na elaboração destes documentos que serão postos em consideração dos demais.

4.5. Níveis de integração no uso da Internet no âmbito educacional

O *Centro para o Melhoramento do Ensino da Universidade de San Francisco* definiu seis tipos de níveis de integração acerca do uso da Internet nas instituições educacionais. São os seguintes:

- 1) Nenhum uso: Isto não significa que tanto alunos como docentes não utilizam a Internet de forma particular, porém não o fazem como parte das atividades de aula.

- 2) Uso auxiliar: eventualmente os alunos empregam a Internet (a que tem acesso no próprio colégio) para apresentar seus trabalhos, porém esta não é uma atividade solicitada pelo docente a encarregado da disciplina.
- 3) Uso solicitado: o docente indica algum tipo de atividade empregando Internet, como parte de uma pesquisa, como, por exemplo, buscar documentos e/ou dados na Web. O emprego do correio eletrônico entre alunos e/ou docentes também entra nesta parte.
- 4) Contribuição e comunicação: neste nível os alunos e eventualmente os docentes não se limitam ao fato de “extrair” informação da Internet e sim também a produzi-la e publicá-la, como páginas web. Dentro desta parte, o mais alto nível corresponderia a aquelas instituições que mantêm seu próprio servidor. Assim mesmo, enquanto as comunicações se incluem de forma intensiva os intercâmbios entre estudantes e professores por e-mail e o uso de listas de correio e fóruns de discussão.
- 5) Colaboração: avançando sobre o nível anterior, os projetos já não se limitam ao âmbito escolar ou zonal, já que também se intercambiar informação com alunos e docentes de outros países e culturas. Desta forma se rompe o esquema da classe de quatro paredes. Este é o nível ideal para a integração curricular.
- 6) Ensino baseado “na” Internet: este não é um nível maior ao anterior senão uma perspectiva diferente, já que todo o processo de ensino está baseado no emprego da Internet em forma intensiva com um modelo de educação a distancia onde alunos de escolas rurais, por exemplo, podem tomar classes das melhores instituições urbanas. Este paradigma seguramente proverá aos alunos melhores oportunidades de aprendizagem e progresso.

4.6. Considerações finais

Não obstante, dado que hoje em dia o conhecimento sobre o uso e a aplicação contextualizada dos recursos tecnológicos resulta de fundamental para os ensinantes de qualquer nível, e tendo em conta a progressiva simplificação de

seu manejo as inovações neste campo são contínuas, consideramos que seu estudo não pode relegar-se a uma pequena parte dentro da Didática. Por isso entendemos que o âmbito disciplinar da Tecnologia Educacional está em sua significação como “*tecnologia na educação*”, e deve ser considerado como um campo de conhecimento transversal e auxiliar que atravessa os âmbitos das Ciências Pedagógicas e que têm marcada uma componente prática aportando recursos tecnológicos materiais e metodológicos, conhecimentos científicos, pesquisas, e propostas teóricas e práticas relacionadas com o “design” e o desenvolvimento, a seleção e a utilização, a avaliação e a gestão destes recursos.

Sua finalidade é contribuir para a melhora das atividades educacionais e para a resolução de seus problemas.

5.0. COLABORAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO NA EDUCAÇÃO

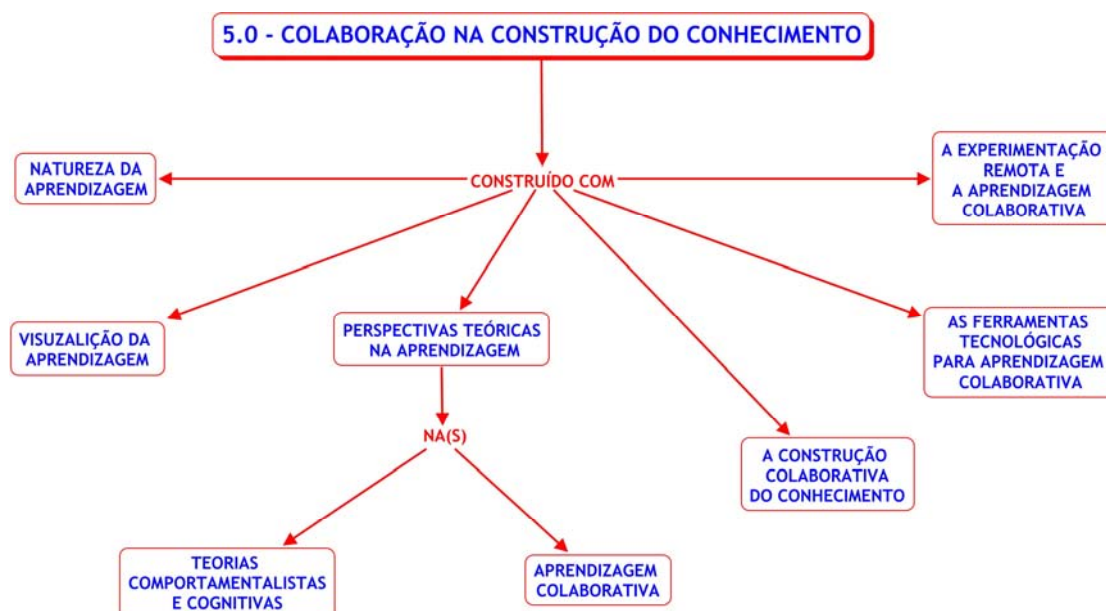


Figura 20: Mapa conceitual do capítulo 5

5.1. Introdução

A capacidade humana de pensamento, compreensão, entendimento, são potencialidades que não evoluem espontaneamente e sim que devem ser especialmente desenvolvidas. O tempo e a forma de trabalho em tal sentido são determinantes no grau de evolução que pode alcançar um indivíduo. É importante destacar que armazenar informação não implica compreendê-la, ter a capacidade de relacioná-la corretamente com informação previamente adquirida ou estar em condições de aplicá-la em forma adequada nas distintas circunstâncias que assim se requer.

É indubitável que todo bom docente se esmera para que seus alunos desenvolvam da melhor maneira todas suas potencialidades. Para isso recorrem a distintas estratégias de aprendizagem, orientam o trabalho do aluno estimulando sua autonomia, sua auto-estima e a construção de estruturas

mentais, possíveis e que correspondam a um maior nível de abstração. Esmeram-se para que a nova informação se incorpore adequadamente às estruturas significativas existentes no aprendiz, que se relacionando de forma semanticamente correta com os conhecimentos que este tenha adquirido previamente.

5.2. Natureza da aprendizagem

O dicionário Aurélio define ambiente como *“aquilo que cerca ou envolve os seres vivos...”*. Se visualizar-mos a definição, encontrada no Dicionário Aurélio, de ambiente também vinculado à área de informática: *“é o conjunto de condições extrínsecas que necessita um sistema informático para funcionar”*. Poderíamos extrapolar esta definição para o contexto da aprendizagem definindo-o como as condições extrínsecas que necessita um estudante para poder aprender.

Já aprendizagem é definida como a *“ação de aprender alguma arte ou ofício”* no Dicionário Aurélio. Skinner [SKINNER, 1985] definiu aprendizagem como uma mudança na probabilidade da resposta. Para Schunk [SCHUNK, 1997] aprender compreende a aquisição e a modificação de conhecimento, habilidades, estratégias, crenças, atitudes e comportamentos. Exige capacidades cognitivas, lingüísticas, motoras e sociais e adota muitas formas. Aprender é uma mudança perdurável da conduta ou na capacidade de conduzir-se de maneira dada como resultado da prática ou de outras formas de experiência.

Wiener [WIENER, 1967], o pai da cibernética, define *“um sistema organizado é aquele que transforma certa mensagem de entrada em outra de saída de acordo com algum princípio de transformação. Se tal princípio está sujeito a certo critério de validade de funcionamento e se o método de transformação se ajusta a fim de que tenda a melhor o funcionamento do sistema, se diz que o sistema aprende”*. Ou seja, a aprendizagem é a aquisição de novos modelos

mentais, conhecimento, habilidades, destrezas, etc, que permitem encarar, com mais possibilidades de êxito a solução de qualquer problema, melhorando a tomada de decisão com base na experiência.

Para Novak (1988) a aprendizagem é pessoal e idiossincrásica, o conhecimento é público e compartilhado e a aprendizagem não pode ser compartilhada se os significados não forem discutidos, negociados e se não houver concordância. Estes autores assinalam que os elementos de uma experiência educacional são: o professor, o estudante, o currículo e o meio. O professor deve planejar as atividades e decidir que conhecimentos devem ser tomados em consideração e em que ordem. O currículo compreende os conhecimentos, habilidades e valores da experiência educacional que satisfaçam critérios de excelência. O meio é o contexto em que tem lugar a experiência de aprendizagem.

Para Hernández (1998) aprender é uma qualidade evolutiva vinculada ao desenvolvimento dos indivíduos e derivada de sua necessidade de adaptação ao meio (físico e cultural). Segundo este autor, se pode ver a aprendizagem desde diferentes óticas, sendo algumas de elas:

- 1) A aprendizagem como resultado de uma atividade condicionada. Fundamenta-se no psicofisiólogo soviético Pavlov sobre a reação condicionada.
- 2) A aprendizagem segundo o comportamentalismo. Referindo-se a Thorndike estes autores citam a Lei da Aprendizagem Causal: o organismo tenta repetir aquelas ações particulares que tem uma relação causal aparente com o resultado desejado. Associa-se a obtenção de êxito. Outras duas leis também defendidas por Thorndike são a da Frequência e a do Efeito. A Lei da Frequência refere-se a importância da repetição como forma de estabelecer a conexão entre um estímulo e uma reação. A Lei do Efeito postula que uma ação que conduz a um resultado desejável é verossímil que se repita em circunstâncias similares.

- 3) A aprendizagem mediante penetração compreensiva. Vinculada a Gestalt, a idéia de associação. Segundo isto, o individuo consegue superar uma dificuldade, aprender, etc. mediante uma ocorrência, compreensão repentina ou intuição. Diz que o primeiro que se deve fazer para que a informação se torne compreensível é estruturá-la.
- 4) A aprendizagem por descobrimento: cita-se a postura de John Dewey de que o ensino deve basear-se na ação, na solução de problemas cotidianos e que somente se aprende no que se descobre por si mesmo. Tem várias críticas, uma é que se leva muito tempo para aprender conceitos e princípios.
- 5) A aprendizagem como processo construtivo: baseado no enfoque cognitivo na sociologia contemporânea. A fonte do conhecimento não reside nos objetos nem no sujeito, e sim em sua relação interativa. Por um lado, o sujeito constrói um modelo da realidade ajustando seus modelos internos, por outro, constrói uns esquemas mentais que se adequam a realidade, realizando diferenciação e reorganização. Todo conhecimento resulta da reorganização de um conhecimento anterior e toda nova aquisição que tenha a pronta a novidade se põe em relação com o que se tenha adquirido previamente.
- 6) A aprendizagem como processamento da informação. Lindsay (1983) assinala que existem três tipos de operações relacionadas com a memória que tornam possível o estudo de um tema e a assimilação da informação completa. São a aquisição, reestruturação e ajuste. A reestruturação é a formação de novos esquemas mediante os quais se organiza o conhecimento. Finalmente, a sintonia é o ajuste dos esquemas da memória para sua adequação e eficiência.
- 7) A aprendizagem significativa por recepção: baseada nos aportes de Ausubel. Como já se indicou, a aprendizagem significativa se produz quando as idéias expressas de forma simbólica são relacionadas de maneira não arbitrária, e sim substancial.

5.3. Visualização do conhecimento

A visualização do conhecimento remete à interseção de gráficos de informação, elaboração de gráficos e ciência cognitiva. O objetivo comum de todas as ferramentas de visualização de conhecimento é tornar visível um cenário intelectual. A representação do conhecimento tem um papel central na visualização de conhecimento deverá prover suporte que possibilite a:

- A estrutura modular do assunto;
- A interconexão entre módulos de conhecimento, e;
- A formação de conhecimento construtivista para cada estudante.

Para satisfazer estas exigências, é necessário dispor de uma estrutura de rede de representação de conhecimentos. Além disso, para alcançar aprendizagem e domínio do conhecimento de assunto, profundamente, cada estudante deverá estar se ocupando ativamente da construção da própria base de conhecimento. Isto pode ser alcançado deixando cada estudante ter o controle pleno de incrementar a construção da própria base de conhecimento, especificando eles mesmo os módulos de conhecimento que está adquirindo e a interconexão deles.

5.4. Perspectivas teóricas na aprendizagem

Tradicionalmente, as teorias sobre a aprendizagem têm sido classificadas em duas grandes famílias, *comportamentalismo* e *cognitivismo*. Em termos gerais, a distinção entre estes dois enfoques consiste no tipo de variáveis estudadas e sua localização (externa ou interna ao sujeito). O comportamentalismo considera o aprendiz como uma caixa negra, evitando explicitamente estudar os processos cognitivos internos do indivíduo. Pelo contrário o cognitivismo tenta explicar o comportamento humano em termos de suas variáveis cognitivas internas. Ao longo dos anos 90, e com a evolução dos pressupostos cognitivistas, foi proposto um novo enfoque, a *situacional* ou *situada*, como resposta as limitações que apresentavam os primeiros enfoques. Como assinalam Wilson e Meers (2000), esta proposta aparece como uma linha promissora para demarcar a investigação educacional.

Para as teorias revisadas nesta seção se apresenta a concepção acerca do conhecimento e da aprendizagem dentro da mesma. São discutidas principalmente as limitações de cada teoria que provocaram o surgimento de novas perspectivas na investigação da aprendizagem. De forma adicional, se menciona a relação de cada teoria com o desenvolvimento de software educacional, o que permitirá situar neste contexto o domínio do trabalho que aqui apresentamos.

5.4.1. Teorias comportamentalistas e cognitivas

Um assunto básico no estudo da aprendizagem consiste no processo através do qual a aprendizagem acontece. Teorias comportamentalistas explicam a aprendizagem em termos de fenômenos observáveis e ignoram os pensamentos e sentimentos de estudantes. Em contraste, teorias cognitivas dão ênfase para a aquisição de conhecimento e estruturas mentais e o processo de informações e convicções. As teorias cognitivas vêem aprendizagem como um fenômeno mental interno deduzido de que o estudante adote a metodologia “diga e faça”. Assim, os teóricos cognitivistas focalizam-se em como engajar os processos cognitivos dos estudantes durante a aprendizagem.

Estas duas concetualizações principais da aprendizagem têm implicações importantes para a prática educacional. As teorias comportamentalistas insinuam que os professores deveriam organizar o ambiente de forma que estudantes pudessem responder corretamente a estímulos. As teorias cognitivas enfatizam o conhecimento de fabricação significativa e levando as percepções dos estudantes e levando em conta os seus ambientes de aprendizagem deles. Desta forma os professores precisam considerar como tais processos mentais poderiam manifestar-se aos estudantes durante a aprendizagem. Em outras palavras, os professores têm que não só interessar como deveriam ser estruturadas as informações e deveriam ser apresentadas,

mas também que atividades são melhores para estudantes.

5.4.2. Aprendizagem colaborativa e aprendizagem cooperativa

Apesar de serem termos comuns quando se fala de educação, a aprendizagem colaborativa ou cooperativa, on-line, não é praticada extensamente na educação superior apesar de serem reconhecidas muitas vantagens destes modelos (PANITZ, 2000). Segundo Panitz (2000) um exame da literatura nesta área sugere que alguns autores que escrevem sobre aprendizagem colaborativa on-line desejariam estar escrevendo sobre aprendizagem cooperativa on-line, e vice-versa.

Segundo Panitz (1996) a aprendizagem cooperativa tem raízes em muitos autores norte-americanos e muito dela está inspirada nos textos de John Dewey sobre a natureza social da aprendizagem, porém dentro de uma escola tradicionalmente focada no produto da aprendizagem. Já a aprendizagem colaborativa tem raízes européias e baseia-se no trabalho daqueles professores que estimulam os estudantes a tomarem um papel mais ativo em sua própria aprendizagem, ou seja, são os traços do construtivismo social. Existem poucos pontos de polarização entre as duas abordagens, porém é muito útil observar as diferenças.

A colaboração é um adjetivo que implica no trabalho de duas ou mais pessoas com a finalidade de alcançar uma meta comum, porém respeitando as individualidades. A aprendizagem colaborativa (ver figura 21) é um método de aprendizagem que utiliza a interação social como meio de construção do conhecimento (PAZ DENNEN, 2000).

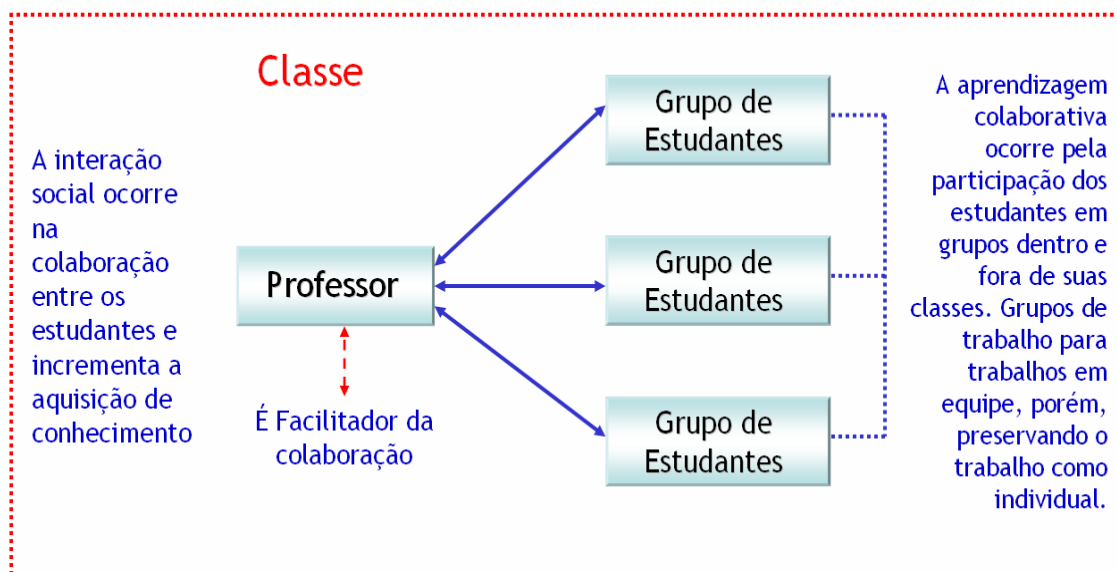


Figura 21: Aprendizagem Colaborativa

O termo cooperativo é usado freqüente como alternativa ao termo colaboração, porém tem diversos significados. O adjetivo cooperativo significa trabalhar ou atuar junto como a finalidade de obtenção de uma meta comum. Segundo Millis (1996) a aprendizagem cooperativa (ver figura 22) é um “termo genérico usado para descrever uma situação onde os estudantes trabalham juntos em pequenos grupos para ajudarem-se mutuamente e para aprender”; embora Johnson e Johnson (2001) indicam que aprendizagem cooperativa “é o uso educacional de pequenos grupos de forma que os estudantes possam trabalhar juntos a fim de maximizar sua própria aprendizagem”.

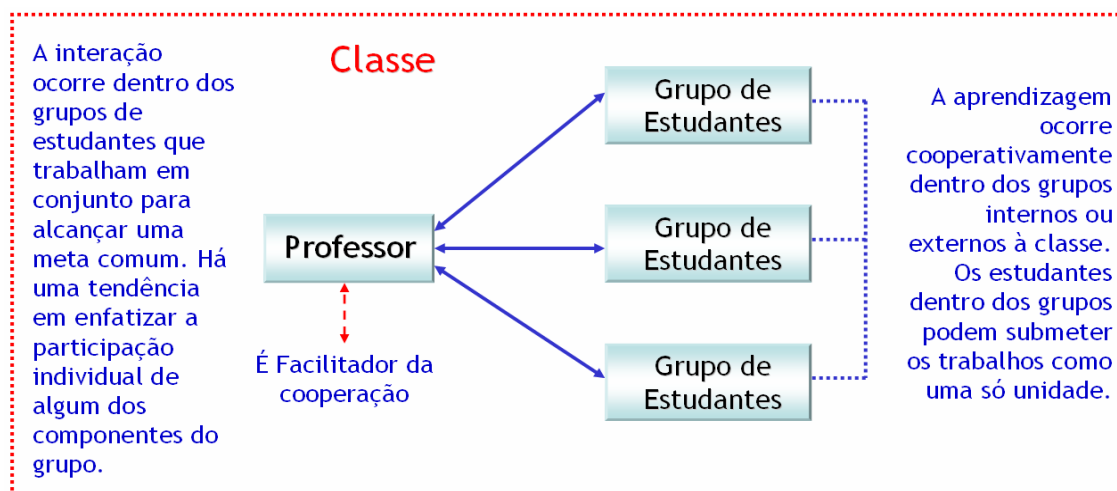


Figura 22: Aprendizagem Cooperativa

Como mencionado anteriormente ao tentar fazer uso da literatura se percebe, por vezes, certa confusão no uso dos termos cooperação e colaboração. Para tentar distinguir entre estes dois termos torna-se instrutivo examinar os pontos de vista de alguns destacados pesquisadores e autores nesta área. Ted Panitz, defensor a longo tempo de todas as formas de aprendizagem colaborativa e cooperativa, diferencia os termos de colaboração e cooperação deste modo:

“Colaboração é uma filosofia é um estilo de vida e de interação pessoal onde os indivíduos são responsáveis por suas ações, incluindo a aprendizagem e o respeito as capacidades e as contribuições de seus pares... No modelo colaborativo o grupo assume quase toda a responsabilidade... Enquanto que cooperação é uma estrutura de interação projetada para facilitar a realização de um trabalho específico ou para alcançar uma meta através do trabalho em grupos... no modelo cooperativo o professor mantém o controle completo” (PANITZ, 1996).

Os autores Dillenbourg, Baker, Blaye e O' Malley (1996) diferenciam aprendizagem colaborativa de aprendizagem cooperativa afirmando que: “colaboração implica em contrato mútuo dos participantes e em um esforço coordenado para solucionar um problema”. Enquanto que a aprendizagem colaborativa caracteriza-se pela “divisão do trabalho entre os participantes para obter cooperação e que a aprendizagem “é completada pela divisão do trabalho entre os participantes onde cada estudante é responsável por uma parte da informação requerida para solucionar um problema (DILENBOURG, 1996). Este autor também afirmou que “na colaboração os parceiros trabalham “juntos” enquanto que na cooperação os parceiros dividem o trabalho em sub-tarefas e trabalham individualmente para depois remontar o conjunto e configurar uma solução final”.

Alguns pesquisadores tais como Johnson e Johnson (2001) e Hiltz (1998), parecem ver pouca vantagem em tentar provocar uma discussão sobre as diferenças de significados entre os dois termos. Porém, afirmam que o termo colaboração deve ser utilizado para representar técnicas de aprendizagem que acentuem a interação estudante-estudante no processo de aprendizagem e

que o termo cooperação deva ser utilizado onde se requer que os estudantes venham a trabalhar em pequenos grupos sob orientação de um instrutor.

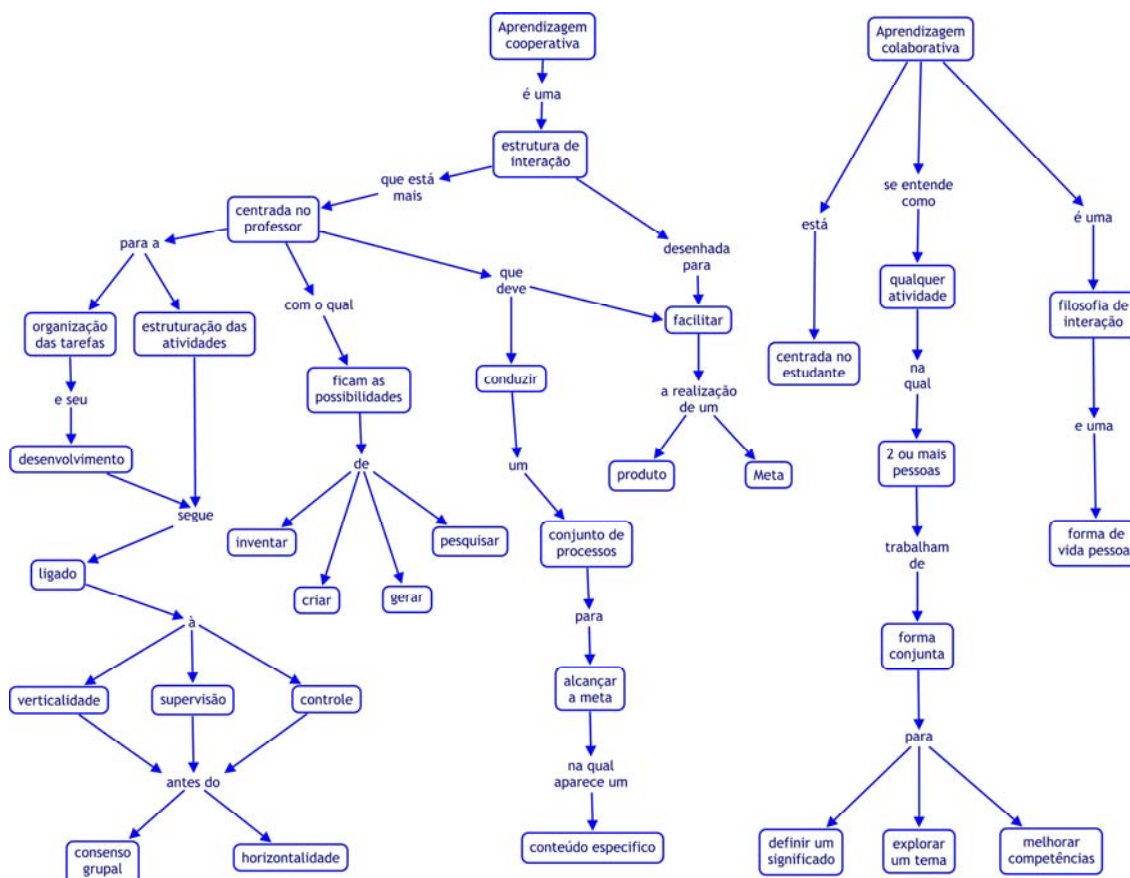


Figura 23: Aprendizagem colaborativa e aprendizagem cooperativa

Não obstante estas diferenças significativas, ambos os modelos devem ser vistos como parte de um processo contínuo que se respalda tanto na epistemologia construtivista.

5.4.3. Aprendizagem colaborativa

A aprendizagem colaborativa é uma idéia que vem ganhando força nos últimos anos embora não seja uma idéia nova, pois, de fato as pessoas têm estado a aprender informalmente em grupos já fazem milhares de anos. É interessante observar, portanto que a aprendizagem quase toda formal em nossos dias,

particularmente no nível universitário onde ocorre num ambiente no qual se espera que os estudantes aprendam individualmente.

Os autores Tinzmann, Jones, Fennimore, Bakker e Fine (1990), sugerem quatro características típicas que identificam um modelo de aprendizagem colaborativa.

- O conhecimento é compartilhado entre professores e estudantes.
- Existe o compartilhamento de autoridade entre professores e estudantes. As metas para atividades ou tarefas são definidas de comum acordo entre o professor e os estudantes.
- O professor assume o papel de mediador. Cabe ao professor incentivar os estudantes no “como aprender”, este é um dos aspectos mais importantes da aprendizagem colaborativa.
- Existe a formação de grupos heterogêneos de estudantes. Esta característica estimula os estudantes a respeitar e a aceitar as contribuições feitas por todos os membros da classe, não é importante o conteúdo.

Um modelo de aprendizagem colaborativa tenta aproximar os alunos do “mundo real” ao conduzi-los para a descoberta que podem chegar as soluções dos problemas sem a ajuda de instrutores, ou seja, despertando nos estudantes o processo de “aprender a aprender” (BRUFFEE, 1999; FELDER, 1995; TINZMANN, 1990). O compartilhamento do conhecimento se transfere de um modelo “sage on the stage” ou de transferência unidirecional onde o professor é o possuidor de ‘toda’ a informação e de ‘todo’ o conhecimento, para um cenário do “guide on the side”, onde o professor passa a ser um orientador e um facilitador do processo de aprendizagem auxiliando o estudante “na construção do seu próprio conhecimento” (Hiltz, 1998).

Os métodos de aprendizagem colaborativa foram experimentados muito cedo em nossa história já no século XVIII George Jardine²⁸ os empregou para suas classes da filosofia na universidade de Glasgow.

A maioria das teorias sobre a aprendizagem colaborativa mediada se apóia sobre os aportes das teorias construtivistas. Os aportes de Piaget e especialmente de Vygotsky, tem gerado toda uma série de contribuições que não necessariamente se centram em enfoques psicológicos do tema e sim em muitas ocasiões, se desenvolvem a partir da intersecção entre teorias sociais, antropológicas, psicológicas e educacionais. De certa forma, muitos dos novos desenvolvimentos em torno da cognição social e da aprendizagem colaborativa estão muito mais interessados em explicar as condições favoráveis para a intervenção educacional que os processos de aprendizagem do sujeito.

O psicólogo russo Vygotsky (1978) foi o primeiro entre os pioneiros que exploraram as relações causais que existem entre a interação social e a aprendizagem individual. Já Jean Piaget (1929) defendeu que a aprendizagem colaborativa e o desenvolvimento cognitivo construtivo “entram desde cedo” em comum acordo e durante mais de seis décadas baseou suas pesquisas no que ele chamou “epistemologia genética,” traduzida talvez de forma mais apropriada atualmente hoje em “teoria do desenvolvimento do conhecimento.” Para o psicólogo americano Bruner (1986), a aprendizagem é um processo ativo, social no quais os estudantes construirão as novas idéias ou conceitos baseados no conhecimento atual.

As vantagens da aprendizagem colaborativa são citadas extensamente, porém são praticadas raramente, particularmente nos ambientes universitários. Panitz (1997) enumerou 67 vantagens diferentes - acadêmicas, sociais e psicológicas que se pode esperar do uso do trabalho de grupo. Estas incluem os fatores tais

²⁸ George Jardine: Professor de lógica e filosofia da Universidade de Glasgow entre os anos de 1774 e 1826.

como auto-estima, redução da ansiedade, estímulo da compreensão da diversidade, fomentarem relações e estimular o pensamento crítico.

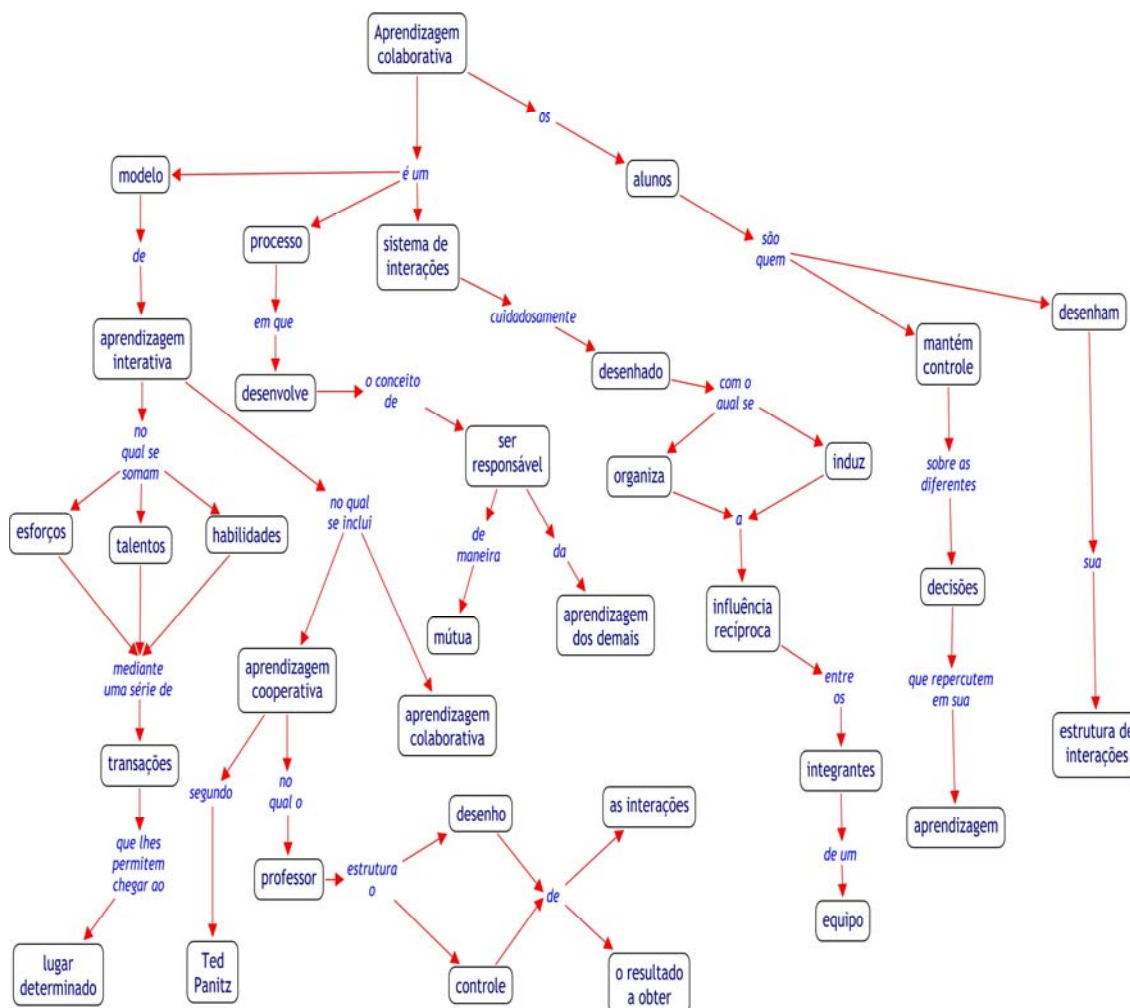


Figura 24: Mapa conceitual - Aprendizagem colaborativa

5.4.4. A construção colaborativa do conhecimento.

O enfoque das pesquisas em torno deste tema tem por objeto o estudo da forma em que pode se obter um modelo de ensino baseado na compreensão e construção compartilhada do conhecimento.

Marlene Scardamalia e Carl Bereiter, que vêm desenvolvendo pesquisas inovadoras, na Universidade de Toronto, em relação a aprendizagem colaborativa mediada por computador, afirmam que as classes de

aprendizagem ambientadas nos ambientes de rede, quando desenvolvidas corretamente, facilitam a ação epistêmica dos estudantes. Estes autores têm desenvolvido e pesquisado uma abordagem pedagógica, um framework para construção colaborativa do conhecimento, um guia para a elaboração de ferramentas tecnológicas de acordo com o referido modelo teórico e tem impulsionado numerosas pesquisas aplicadas na escola considerada esta como uma comunidade de aprendizagem.

Estes pesquisadores desenvolveram o projeto CSILE (Computer Supported Intentional Learning Environments) posteriormente conhecido como Knowledge Forum (SCARDAMALIA E BEREITER, 1993) no qual desenvolveram tecnologias e pedagogias para tornar as salas de aulas em “comunidades de construção de conhecimento”. O primeiro protótipo de CSILE foi projetado em 1983 e utilizado durante vários anos em cursos do departamento de Psicologia do desenvolvimento com mais de 300 estudantes. A partir do uso regular desta ferramenta foram trabalhando no modelo de aprendizagem e desenvolvendo novas atualizações do sistema até desenvolver a última versão denominada Knowledge Forum (KF).

A idéia central do KF é tentar trabalhar com a máxima fidelidade possível da forma como se aprende no “mundo real” compartilhando as responsabilidades do trabalho e distribuindo-a. Outro objetivo é auxiliar na construção do conhecimento a partir da exploração das interconexões entre as diferentes contribuições dos participantes. Resumindo, a proposta desta ferramenta é construir uma pedagogia baseada na construção colaborativa do conhecimento de maneira que seja possível comprometer os estudantes nas soluções colaborativas dos problemas, de forma que a responsabilidade para o êxito seja compartilhada entre os estudantes e o professor em vez de ser algo estabelecido previamente pelo professor.

No discurso sobre a construção do conhecimento, idéias, teorias, hipótese são tratadas como artefatos culturais e objetos de investigação que podem ser

discutidos, melhorados e posto em novos usos à medida que os participantes se comprometem em uma progressiva investigação. Para esclarecer as diferenças entre construir o conhecimento da forma habitualmente entendida e a proposta por estes autores, Scardamalia (2002) propôs um conjunto de 12 categorias que podem ser identificadas no discurso e que combinadas produzem uma classe profundamente diferente das classes tradicionais. Inclui também uma distinção entre as práticas e a tecnologia, as que em combinação podem ajudar a produzir esta mudança. O objetivo não é adquirir um conhecimento pessoal, a mudança reside na construção e avanço do conhecimento coletivo.

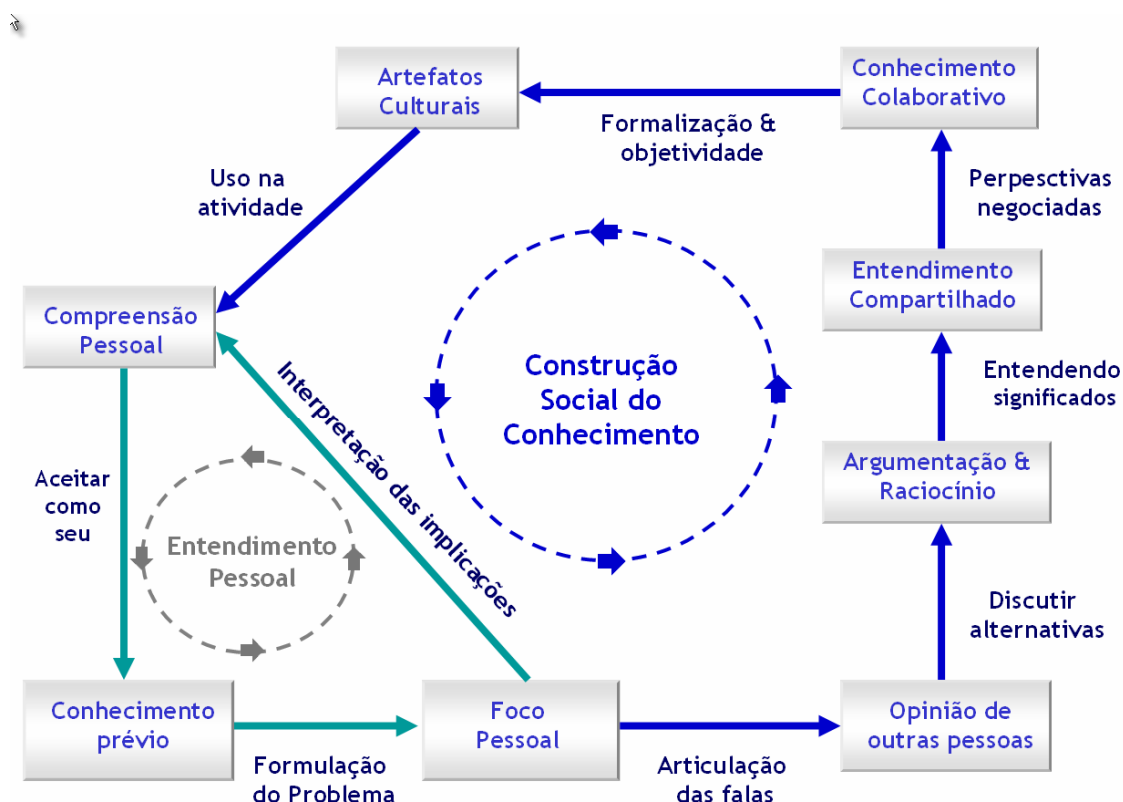


Figura 25: Diagrama do processo de construção do conhecimento²⁹

5.4.5. Redes de aprendizagem

²⁹ Adaptado do livro CSCL: An Historical Perspective de Gerry Stahl, Timothy Koschmann e Daniel Suthers.

As redes de aprendizagem na escola e o trabalho colaborativo virtual Fainlhoc (1999) estabelecem que a principal mediação na educação à distância é dada por uma grande maioria de atividades de ensino e aprendizagem que implicam uma separação no tempo e no espaço, estas podem incluir em ocasiões situações didáticas de interação face a face, como em encontros tutoriais, individuais ou grupais reais e ultimamente, virtuais.

Dois conceitos devem ser destacados dentro desta mediação, a interação e a interatividade pedagógica: a interatividade pedagógica real ou virtual pode dar-se de forma síncrona (simultaneamente) ou diacronicamente, a diferença da interação, a qual acentua o social e cultural, a interatividade aponta mais para o pedagógico (FAINLHOC, 1999). A interação se estabelece por co-presença (onde os sucessos têm lugar em virtude de presenças conjuntas, mais que por vínculos e relações) e pela circularidade paradóxica ainda que complementar, onde as percepções/cognições se modificam, formando parte da presença e conduta do outro. Estas noções falham na amplificação devido a que proposta provocada pelo desenvolvimento dos princípios de articulação colaborativa, potencialmente pedagógicos através da tecnologia telemática em redes e da formação de equipes cooperativas e colaborativas. Dentro da própria categorização de Harasim (2000) as vantagens educacionais dos ambientes educacionais de redes são as mesmas que se tem dentro da educação tradicional já que também pode propiciar o intercambio e a interação significativa.

O conteúdo de um currículo pode ser organizado por temas e de forma seqüencial, ao longo do tempo, e os estudantes podem trabalhar conjuntamente com toda a classe, em grupos pequenos, por duplas ou de forma individual. Os professores ou tutores por sua vez têm acesso a diversas formas de discussão e atividades do curso, algo que diferencia os sistemas de aprendizagem em redes é que os participantes estão geograficamente dispersos e compartilham suas experiência e idéias em um ambiente assíncrono baseado no texto e coletivo. Dentro da descrição destas vantagens

concretas se encontram: Maior interação: volume e intensidade. Os usuários expressam que as relações geradas tem tido interação muito concreta através do meio. O acesso é mais fácil para a ajuda e a aprendizagem coletiva, o intercambio de informação é mais diversificado no sentido em que os aportes procedem de todo os participantes e não somente do instrutor.

Comodidade de acesso! A possibilidade de dispor do material de curso e dos participantes em seu próprio ambiente permite converter o curso como parte de sua vida em maior medida que se participasse a uma distancia maior, em nível espacial e temporal de seu próprio cenário.

5.4.6. As ferramentas tecnológicas para a aprendizagem colaborativa

Têm-se gerado numerosas ferramentas informáticas para apoiar a aprendizagem colaborativa. A seleção da ferramenta mais adequada em função dos objetivos que desejamos alcançar faz necessário um estudo mais exaustivo do valor das diferentes ferramentas e características mais apropriadas para cada caso. Baseando-nos na proposta de Oliver e Hannafin (2000) apresenta uma taxonomia das tarefas baseadas na atividade do estudante e os requisitos das ferramentas web que podem ajudar em seu desenvolvimento (quadro 12).

Como podemos observar nesta proposta o desenho pedagógico do ambiente se centra na busca, organização e generalização da nova informação. As ferramentas disponíveis neste momento para trabalhar estas tarefas são abundantes, porém, todavia estão muito limitadas quanto a sua funcionalidade. Por exemplo, a maioria dos programas para o desenvolvimento de fóruns eletrônicos apresenta limitações importantes para o seguimento e reflexão das discussões já que não existe uma representação dos fluxos das intervenções sendo preciso entrarem em cada mensagem para trabalhar os conteúdos.

Tipos de tarefas	Ferramentas para apoiar o processo ativo dos estudantes e recursos baseados na web.
Táticas para planejar e estabelecer finalidades individuais e/ou grupais.	Projetos baseados na web, planificadores.
Discutir ou debater concepções internas e receber feedback.	Correio eletrônico, listas de distribuição, videoconferências.
Buscar e recuperar informação.	Marcadores digitais, buscadores, etc.
Organizar informação em um esquema coerente.	Software para construir tabelas, diagramas, mapas conceituais, projetos, etc.
Gerar nova informação.	Editores de páginas web, editores de trabalho colaborativo, processadores de texto, etc.
Manipular informação externa e variável para testar e revisar hipóteses e modelos.	Simulações, micromundos.

Quadro 12: Ferramentas web para a construção do conhecimento.

5.4.7. Pesquisas sobre a aprendizagem colaborativa mediada

As pesquisas neste campo são particularmente heterogêneas e complexas, já que os aspectos que intervêm na aprendizagem colaborativa, descrita em seções anteriores (ou comportamento do grupo, ou compromisso, a concepção compartilhada do problema, a tarefa, etc), supõem um ponto de partida para diferentes linhas de investigação que por sua vez se ramificam em detalhes particulares de cada uma delas. Como temos mencionado previamente, os referentes teóricos e o marco conceitual da maioria dos aportes sobre aprendizagem colaborativa mediada resultam bastante similares. Sem dúvida, quando nos adentramos ns investigações específicas desenvolvidas vemos que o panorama é muito mais complexo e o que parece ser um âmbito de trabalho relativamente bem demarcado acaba sendo um terreno de estudo com óticas, enfoques e interesses muito diversos.

Sustentamos que existem certas tendências diferenciadas nas pesquisas neste terreno que possivelmente possam ser explicadas a partir de uma concepção cultural sobre a aprendizagem e o uso da tecnologia. Igualmente o que tem acontecido em muitas ocasiões ao longo da história da informática na educação (GROS, 2000), é o entusiasmo frequentemente demonstrado nas primeiras publicações pelos benefícios e a eficácia da aprendizagem colaborativa mediada. Este entusiasmo tem sido frequentemente presenciado na literatura sobre a formação on-line, ambientes virtuais de formação, formação a distancia, etc. A aprendizagem on-line no ensino universitário provoca muito entusiasmo, porém a formação oferecida se centra, faz muito tempo, em aspectos superficiais sem proporcionar um aprofundamento nos aspectos colaborativos. Tal e como menciona Himanen³⁰ “A academia tende a modelar sua estrutura de aprendizagem tomando como base o modelo monástico do emissor-receptor. Ironia o fato de que apesar da academia começar a construir uma “universidade virtual” o que se vê geralmente como resultado é uma escola monástica informatizada “.

A margem das discussões em torno do projeto e a utilização dos ambientes virtuais de aprendizagem a colaboração tem sido vista, em nossa opinião, a partir de perspectiva superficial. Parece que muito pensam que colocar um grupo de estudantes diante de um fórum virtual se estará produzindo aprendizagem. A maioria dos estudos iniciados tem investigado a colaboração a partir de dados quantitativos das intervenções. A descrição estatística do número de intervenções não tem permitido, na maioria dos casos que se tenha uma visão geral das quantidades e fluxos das interações sem entrar no conteúdo da interação e as conseqüências a respeito à aprendizagem dos estudantes.

³⁰ Pekka Himanen: nascido em Helsinki em 1973. É um filósofo finlandês, doutor pela Universidade de Helsinki. Tem trabalhado como pesquisador na Finlândia e Inglaterra e nas Universidades norte-americanas de Stanford e Berkeley. A sua obra mais difundida, A ética do hacker e o espírito da era da informação. Também é o autor de O Estado do bem estar e a sociedade da informação: O modelo finlandês (2002), obra que compartilha em autoria com Manuel Castells.

Na Europa existem vários grupos de pesquisas relevantes, todos eles partem de uma orientação sociocultural sobre a aprendizagem e estão especialmente focalizados na análise das condições que favoreçam a aprendizagem colaborativa e a análise das interações a partir do uso da tecnologia. Este enfoque, na realidade supõe uma continuação dos trabalhos piagetianos e vigotksianos sobre aprendizagem colaborativa na aula, trabalho do conflito, negociação, etc.

No Canadá, os aportes de Bereiter e Scardamalia são fundamentais já que não somente tem produzido uma teoria sobre a construção do conhecimento e sim que tem desenvolvido tecnologias para o trabalho colaborativo no ensino. O modelo de trabalho proposto por estes autores se tem estendido para diferentes países e na atualidade boa parte das escolas de Toronto e Ontario está trabalhando com os materiais desenvolvidos por eles. Nos Estados Unidos destacaríamos os trabalhos de Stahl, Koschmann como introdutores da expressão “computer supported collaborative learning”.

Além dos diferentes enfoques e abordagens do tema, devemos levar em conta que também existem níveis de análise diferenciados. Em um nível macro, alguns pesquisadores têm centrado o trabalho na gestão curricular e na mudança para uma perspectiva que proporcione a criação de comunidades de aprendizagem em um sentido mais amplo e global.

Outros pesquisadores trabalham em um mesmo nível centrados na organização escolar ou universitária e a maioria das investigações, se situa na análise micro estabelecendo como plano de investigação das interações produzidas em aula (presencial ou virtual).

A diferenciação de planos tem conseqüência direta sobre as unidades de análise. Neste sentido, existem variações entre estudos que recolhem a opinião individual dos participantes, as interações entre o grupo, entre os diferentes grupos participantes, a construção dos discursos, argumentações,

etc. Na realidade, a maioria dos trabalhos se centra em aspectos, todavia parciais do processo. E, de fato, nosso trabalho de pesquisa segue esta linha já que estamos realizando análise de interações no âmbito do ensino universitário estabelecendo aspectos diversos do processo: papel do professor, autenticidade das tarefas, análise das interações, etc. O objetivo, sem dúvida, é cobrir estas diferentes variáveis com o objetivo de ter um mapa geral das condições para o projeto de ambientes colaborativos de aprendizagem.

Na visão dos construtivistas o conhecimento é uma construção da realidade e os estudantes são ativos e pro-ativos no processo de aprendizagem. Assim deveriam estar relacionados com conceitos, idéias ou mesmo como partes de um sistema (WILSON, 2000). Sob esta ótica, se deveria desenvolver a aprendizagem em muitas partes interconectadas de informação. E acrescentando novas partes de informação as idéias fixas conectadas e se relacionando com a informação já existente. Isto formará uma teia volumosa de idéias e conduzirá o estudante a informação relacionada que é integrada como conhecimento pessoal.

5.5. Resumo do capítulo

A colaboração on-line apresenta-se como apropriada para incrementar os cenários educacionais na medida em que persistirem as tendências para formação de grupos de aprendizagem e de atividades e na combinação de materiais de cursos on-line. Alguns autores argumentam que a combinação de cursos tradicionais com modelos de colaboração on-line podem representar um passo muito significativo no ensino, principalmente para as universidades. Parece certamente que esta pode ser uma união muito produtiva de estratégia educacional com o aporte da tecnologia.

6.0. LABORATÓRIOS DE ACESSO REMOTO PARA O ENSINO

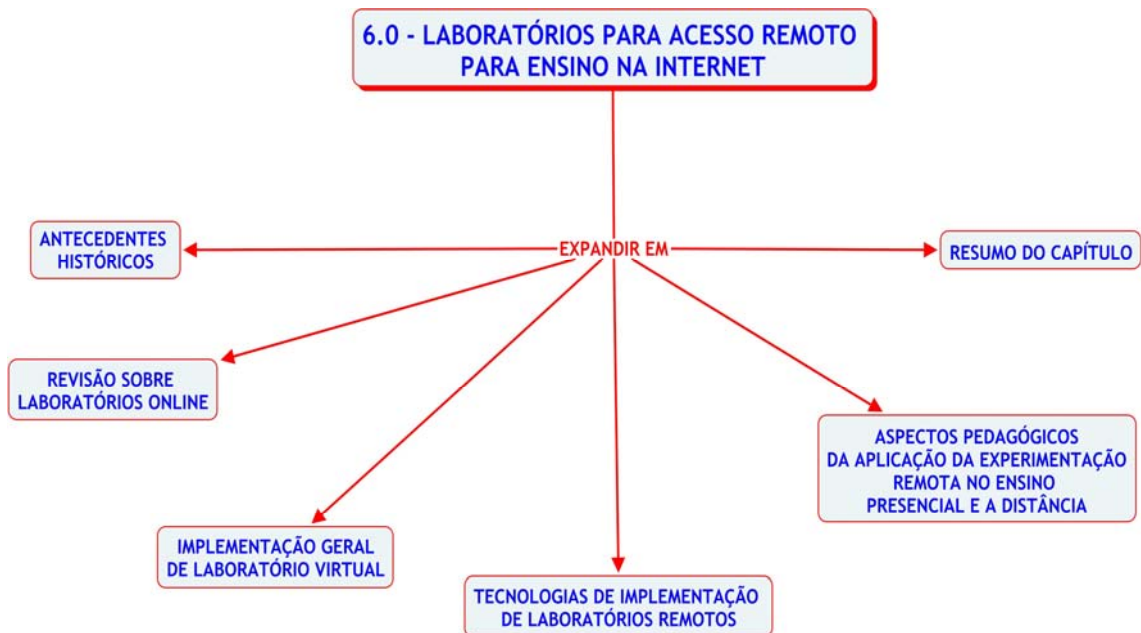


Figura 26: Mapa conceitual do capítulo 6

6.1. Introdução

Nos últimos anos amparados pelas facilidades de conectividade se têm assistido a criação de diversos serviços que permitem obter da Internet maiores possibilidades do ponto de vista educacional. Entre estes serviços pode-se destacar: a distribuição e armazenamento de informação, os sistemas de gestão do conhecimento, as plataformas educacionais, os ambientes colaborativos de trabalho e o acesso remoto a sistemas informáticos e eletrônicos, etc.

Nos dois últimos serviços citados, ambientes colaborativos de trabalho colaborativos e acesso remoto a sistemas informáticos e eletrônicos, está se produzindo o desenvolvimento de uma série de serviços com o objetivo de permitir aos estudantes o acesso de forma remota e distribuída a equipamentos informáticos e eletrônicos para assim poderem realizar práticas com liberdade

enquanto a organização e tempo de uso, maiores que as que normalmente dispõem no acesso concorrente e presencial nas aulas de práticas.

Um dos aspectos fundamentais no ensino dentro das áreas tecnologias e das ciências naturais é a prática que os alunos podem adquirir quando manuseiam diferentes dispositivos e instrumentos eletrônicos, mecânicos, etc. Isto lhes permitirá aplicar e desenvolver os conhecimentos teóricos adquiridos.

Até alguns anos as práticas estavam limitadas a laboratórios clássicos, onde os custos de manutenção e aquisição de novos instrumentos podiam chegar a ser tão elevados tornando-se proibitivos para muitas instituições. Além disso, ao utilizar um laboratório presencial o número de alunos que podem acessar a este laboratório e os horários de práticas ficam bastante restritos. Os laboratórios remotos para práticas buscam resolver de uma forma efetiva e prática os problemas de acesso aos laboratórios clássicos, com o objetivo de:

- Incrementar as atividades práticas em um curso (de forma que os alunos possam acessar a eles em qualquer horário, não somente quando esteja aberto o centro para temas docentes),
- Reduzir os custos de gestão e manutenção dos laboratórios (ao aumentar o uso em qualquer horário aos mesmos com um pessoal menor),
- Permitir o uso dos mesmos desde qualquer ponto geográfico de forma que se reduzam ou minimizem os custos de deslocamento, assim como a qualquer hora, permitindo desta forma resolver o problema dos fusos horários com outras zonas geográficas, e,
- Integrar em um mesmo ambiente as aplicações docentes das práticas, experimentação e trabalho no laboratório, com as atividades propriamente docentes mediante a integração de materiais, simulações e acesso a equipamentos e dispositivos.

As IES devem cumprir um de seus propósitos fundamentais que é o de viver os novos tempos e procurar adequar-se aos serviços que a sociedade demanda a

cada instante. Desde sempre tem sido um objetivo da IES o de descentralizar parte de suas atividades: levar a universidade a mais lugares e que os horários não sejam um freio para os alunos. As facilidades proporcionadas pela utilização da tecnologia no meio educacional proporcionam ao aluno mais liberdade para organizar seu tempo e exigem um ensino menos regrado quanto aos horários e, portanto a organização dos laboratórios deverá ser modificada e no uso de laboratórios convencionais podendo tornar-se ser mais complicada. Também se deve levar em conta as propostas atuais de formação continuada não presencial em disciplinas que exigem práticas laboratoriais, já que em algum momento o aluno deveria deslocar-se a um centro educacional, diluindo-se a não presencial idade. Um laboratório de experimentação remota pode ser uma potente ferramenta que possibilite abrir os laboratórios aos alunos e a sociedade criando espaços virtuais orientados a geração, experimentação, descobrimento e transmissão de conhecimentos. O desenvolvimento de laboratórios para práticas, baseados na Web, recebeu um forte impulso a partir dos anos noventa, e atualmente são encontrados em centros como o MIT nos U.S.A. a Universidad de Siena na Itália, entre outros.

Nos modelos tradicionais de laboratórios a organização das praticas dentro dos estudos exige horários rígidos, necessidade de pessoal e organização do espaço físico. Em muitos casos não é possível uma boa organização, o que pode derivar na frustração do aluno e em uma baixa utilização dos equipamentos existentes em um laboratório. A implementação de um laboratório de experimentação remota pode ser uma solução para este problema.

O porquê dos laboratórios on-line? Na sociedade moderna na qual nos encontramos a e-learning desempenha um papel importante para aqueles que requerem sistemas de ensino mais flexíveis, acessíveis e adaptativos. Porém, o modelo educacional de educação a distancia que se baseou nos seus primórdios fundamentalmente em tutorias por telefone ou correio convencional

e atualmente, apesar das novas tecnologias da informação e da comunicação, ainda apresentam sérias deficiências na interação professor-aluno.

Sem dúvida, apesar da disponibilidade de ferramentas que podem dar um novo enfoque no modelo educacional a distância como os sistemas hipermídia e a Internet, não se percebe uma componente prática muito forte. Havendo claros prejuízos no ensino de algumas áreas de ensino tais como: controle automático, arquitetura, computação, física ou de outras disciplinas com grande conteúdo experimental, que requerem algo mais. Percebe-se também a carência de elementos que permitam ao estudante por em prática todos os conhecimentos que vai adquirindo ao longo de seus estudos e em alguns casos o manuseio de equipamentos sofisticados.

Já no modelo de ensino tradicionais, existem os laboratórios para as práticas, porém, requerem da presença física tanto do estudante como do professor para poder manusear os sistemas em estudo. Impondo neste caso restrições de tempo e espaço. A possibilidade de poder trasladar este ambiente prático para o ensino a distancia, requer a existência de um sistema de apoio: *um laboratório on-line para que se possam efetuar as práticas remotamente, ou seja, um laboratório de experimentação remota.*

A experimentação remota baseada na WWW permite estabelecer novos paradigmas de ensino-aprendizagem distribuída e remota. A educação à distância, como vimos na seção anterior, se apresenta como uma possibilidade idônea para pessoas que exigem dispor de sistemas de ensino-aprendizagem mais flexíveis, acessíveis e adaptativos sem limitações espaciais nem temporais. Para as disciplinas com alto conteúdo experimental, o ensino tradicional, um laboratório de práticas que requeira a presença do estudante em um ambiente controlado pelo professor. Trasladando este ambiente prático para o ensino a distancia para a realização de práticas se requer um sistema de apoio ao ensino baseado em um laboratório virtual e tele presença acessível através de uma rede. A experimentação remota baseada na web também é

definida como o emprego dos recursos e tecnologias oferecidos pela WWW para a interação com ferramentas de experimentação remota localizada tanto no cliente como no servidor, recorrendo aos navegadores WWW como suporte para interfaces gráficas entre os usuários e os experimentos.

6.2. Antecedentes Históricos

Como comentado na seção anterior, a motivação dos laboratórios remotos surge, basicamente, pela necessidade de criar sistemas de apoio ao estudante para suas práticas laboratoriais com o objetivo de otimizar o tempo que este emprega na realização destas práticas.

No ano de 1984 aparece o conceito de instrumento virtual (ZUBIA, 2004) como instrumento cujas características vêm definidas pela programação. Este conceito e sua aplicação em distintas áreas de laboratório são “o *primeiro passo para os laboratórios virtuais*”. Durante os anos posteriores foram lançadas diferentes propostas para laboratórios, entre elas a de um laboratório de controle de sistemas em 1991 na Universidade de Bucknell nos USA, que foi sendo desenvolvido ao longo dos anos até converter-se, anos mais tarde, em um sistema de processamento digital de sinal e conexão com a Internet (PEREZ, 2004).

No ano 1992 aparece uma das primeiras referencias a laboratórios nos quais intervêm operadores a distancia sob o nome de *Laboratório distribuído* (CASSINI, 2003). Neste caso, o equipamento a ser controlado era um microscópio eletrônico de alta voltagem (HVEM). Neste mesmo ano, também foi implementado outro protótipo de laboratório virtual denominado MWS (Microscopist's Workstation) que evoluiu para o atual sistema conhecido como CMDA (Collaboratory for Microscopio Digital Anatomy) (ALMEIDA, 2004). No primeiro trabalho em 1992 o controle remoto do instrumento, todavia não era realizado, porém a transmissão de dados através da Internet e a possibilidade de comunicação ou colaboração entre o operador junto ao microscópio e o

pesquisador remoto fazem que possa considerar-se o *início dos laboratórios virtuais*.

Também no ano de 1992 aparece explicitamente o termo laboratório virtual. Neste caso descrevendo a programação orientada a objetos para o desenvolvimento de um laboratório de simulação (GOMEZ, 2004). Ao longo de 1993, o mais interessante a destacar foi o surgimento de um novo conceito, intimamente ligado ao de laboratório virtual, que é o “*colaboratorio*”. Segundo explica o informe, a combinação de interesses da comunidade científica em geral com os engenheiros ou informáticos para criar sistemas de comunicação e cálculo com ferramentas que suportem a colaboração científica se lhes pode chamar *colaboratórios*.

Já em 1994 foi apresentado um estudo realizado pela Universidade de Vanderbilt nos USA no qual se desenvolve um laboratório virtual baseado em simulação como apoio as práticas tradicionais e, que concluiu, com a necessidade desta ferramenta para aprender as habilidades básicas e o manejo dos equipamentos, o qual otimizava tanto o tempo dos alunos como o do pessoal do laboratório. Nesse mesmo ano aparece um artigo no qual se define explicitamente um laboratório virtual *como um programa de simulação*. Como explicaremos na seguinte parte, esta é somente uma das possibilidades de um laboratório virtual.

Além disso, cabe destacar em 1995³¹ uma experiência pioneira no campo de controle remoto, já não de instrumentação e sim de robôs. Uma experiência que permitia o controle de um braço robótico através de um navegador Web. Passando para 1995, encontramos uma descrição detalhada dos requisitos do que um laboratório virtual deve cumprir, encontrando, por sua vez, uma série de semelhanças com as características da tecnologia Web desenvolvida nos últimos anos. Estes aspectos serão comentados na sessão seguinte.

³¹ Segundo Aktan (1996) o primeiro dispositivo controlado via Web, com finalidades educacionais foi desenvolvido pela Oregon State University em 1995. O sistema denominado “Second Best to Being There (SBBT)” consistia de um braço robótico que permitia o controle com 3 graus de liberdade e utilizava uma arquitetura cliente/servidor com os protocolos UDP/IP.

Já na conferencia IMTC (IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference) realizada em junho de 1996, começaram a serem apresentados diferentes aspetos do que é um laboratório virtual. E continuando com o conceito de colaboração foram indicadas algumas das utilidades que são necessárias para criar uma atmosfera de comunicação que permita uma colaboração efetiva.

Ao longo dos últimos anos encontramos diversos artigos que nos vão indicando os elementos necessários para o êxito de um sistema de educação a distancia. Nestes artigos se realça que deve predominar a aprendizagem e assim deve-se disponibilizar um laboratório de acesso remoto para facilitar as práticas e assim possibilitar:

- Colaboração entre usuários.
- Presença ativa.
- Controle completo sobre o ambiente e liberdade para realizar o que se deseje.

Em 1997 na conferencia do IMTC foram repassadas as normas relativas a instrumentos virtuais. Além disso, foram apresentados alguns exemplos de controle através da Internet utilizando Visual Basic ou Java, uma descrição de prós e contras da simulação aplicada a laboratórios, e o desenvolvimento de um “barramento” virtual para instrumentação que permite interconectar através de redes telemáticas distintos dispositivos GPIB³². Neste mesmo ano, pesquisadores da Universidade de Illinois apresentam um laboratório completo de instrumentação eletrônica colocada à disposição dos usuários através da Internet. Este é o *primeiro laboratório virtual com controle remoto de instrumentação eletrônica em funcionamento*.

³² GPIB: General Purpose Interface Bus - Também conhecido como barramento IEEE-488, foi originalmente desenvolvido pela Hewlett-Packard e depois se tornou um padrão IEEE para conexão de vários instrumentos a computadores destinados à aquisição de dados e controle. Dados podem ser transferidos a 200.000 bytes por segundo e a distâncias de 2 metros.

É razoável pensar que o tempo de resposta dos sistemas de controle remoto empregando Internet é um dos detalhes a se ter em conta na hora de implementar um laboratório remoto. Pois se deve pensar que se deve suprir a ausência do laboratório real com todos os meios audiovisuais disponíveis para que a experiência do usuário seja a mais agradável possível, e minimizar os tempos de resposta para que sejam aceitáveis para os usuários.

Diferentes laboratórios, todos eles de acesso remoto, são apresentados ao longo deste trabalho onde fica claro o conceito de cliente servidor como base de trabalho e o uso de um navegador Web como aplicação preferencial para o cliente. A partir do ano 2000 vão sucedendo artigos em conferencias e revistas onde se descrevem diferentes tipos de laboratórios remotos e aonde se vai entrando em detalhes nos distintos métodos a serem utilizados no desenvolvimento destes laboratórios e são comentadas possíveis soluções que melhorem ou aumentem o rendimento destes.

E finalizando, cabe destacar algumas das múltiplas referencias nas que se apresentam experiências nos vários laboratórios distribuídos como, por exemplo, o laboratório de microeletrônica do MIT, ou a grande variedade de laboratórios on-line das diversas áreas experimentais que se tem se estendido pela rede nos últimos anos.

6.3. Revisão sobre laboratórios on-line

6.3.1. Conceituando laboratório on-line

Alguns autores definem um laboratório on-line como locais onde se pode efetuar simulações de experimentos, instrumentos, etc, (ALAMO, 2001), sendo que esta é somente uma das possibilidades de um laboratório on-line uma vez que a possibilidade de controle remoto de dispositivos e instrumentos representa uma oportunidade real de uso. No artigo publicado em 1995 "The Virtual Laboratory: Using Networks to enable Widely Distributed Collaboratory

Science”³³, os autores estabelecem que um laboratório on-line deva cumprir os seguintes requisitos:

- Controle remoto e monitoramento dos experimentos.
- Comunicações multimídia entre os usuários.
- Um caderno de notas digital com todas as facilidades para introdução de dados, arquivos, figuras, buscas, etc.
- Gestão dos recursos, para decidir adequadamente que usuário ou usuários podem acessar a cada um dos experimentos disponíveis.
- Segurança tanto no aspecto de permitir e negar acesso como nos recursos para gerir possíveis falhas do sistema.
- Diversos tipos de comunicação: Voz, imagem, dados, resultado de experimentos, estado dos experimentos.
- Largura de banda: Adequada para permitir as distintas comunicações de dados científicos como de imagens ou vídeo.

A partir do acima exposto percebe-se as semelhanças entre os requisitos dos laboratórios on-line e as funcionalidades básicas das ferramentas Web que, por sua vez, têm evoluído ao longo destes últimos anos. Se nos reportarmos aos CMS ou sistemas de gestão de conteúdos, vamos perceber que suas características incluem em grande parte os requerimentos básicos dos laboratórios on-line.

Com base nas seções anteriores pode-se descrever um laboratório on-line como um conjunto de recursos compartilhados em rede com a finalidade de que os usuários possam por em prática, mediante o acesso remoto, o monitoramento dos experimentos e a gestão destes recursos, os conhecimentos adquiridos nas aulas das instituições de ensino sem ter que contar com material sofisticado ou com componentes caros e difíceis de serem obtido. A fim de proporcionar uma experiência similar a obtida em um

³³ Artigo submetido por William E. Johnston and Deborah Agarwal no workshop NSF "vBNS and Networking and Application Researchers" em junho de 1995.

laboratório de práticas. Estes laboratórios deveriam ser gerenciados por um CMS.

O CMS adotado em nosso laboratório de experimentação remota (RExLab) é o Moodle que é um software para gestão da aprendizagem e de trabalho colaborativo que permite a criação de cursos on-line, páginas de disciplinas, grupos de trabalho e comunidades de aprendizagem. O Moodle foi construído tendo como filosofia uma abordagem social construtivista da educação (foco deste trabalho) é Open Source e livre, sendo distribuído sob a GNU Public License. Isto significa que apesar de possuir um copyright, pode ser redistribuído e o seu código fonte alterado ou desenvolvido para satisfazer necessidades específicas. O Moodle funciona em qualquer computador que tenha PHP instalado, podendo suportar diversos tipos de bases de dados (em particular MySQL).

6.3.2. Laboratório presencial

Como já se tem comentado anteriormente, os laboratórios com acesso remoto não pretendem, em nenhum caso, substituir as práticas de laboratório “in situ”, que continuam sendo imprescindíveis nos diversos cursos ou disciplinas e se constituem na melhor maneira de experiências “hands-on”. Os laboratórios de disciplinas como Eletrônica, Informática ou Física, que requerem alguns equipamentos especiais são alguns dos que mais problemas poderiam gerar. Para otimizar o uso do laboratório é necessário estabelecer horários de utilização do mesmo, dividindo os estudantes em grupos mais facilmente gerenciáveis. Toda esta organização leva uma série de problemas relacionados com o espaço físico e o material de utilização nas práticas que vão aumentando a medida que cresce o número de estudantes que as realizam.

Este tipo de situação poderia ver-se muito favorecido compatibilizando o laboratório presencial com o remoto. Isto é, que os estudantes pudessem ter

acesso, através da Internet, as práticas de laboratório e realizá-las desde qualquer local, no campus ou fora dele, a qualquer hora e empregando qualquer dispositivo de comunicação: computador, telefone móvel ou PDAs. Se considerarmos neste caso as IES que dispõem destes recursos o que não representa a maioria. Vejam-se os recursos laboratoriais disponíveis para os milhares de estudantes matriculados nos cursos da Universidade Aberta do Brasil.

6.3.3. Laboratório on-line para experimentação remota

O conceito de utilização remota de recursos não é novo, como mostra a integração de equipamentos de medida programáveis através da Internet. Isto, junto ao grande impacto que continua tendo a Internet, se tem traduzido em um grande interesse na abertura de uma nova via que permita dotar aos estudantes, habituados ao ambiente Web, de uma forma de acesso remoto a instrumentos e equipamentos de medida através de um ambiente visual.

Em nossa definição, um laboratório on-line oferece o acesso remoto a equipamentos do laboratório, a bancadas e a todos os tipos de experiências através da Internet. Os laboratórios on-line tentam combinar os pré-requisitos de laboratórios locais com a flexibilidade das simulações. Adicionalmente a experimentação remota on-line desenvolverá habilidades para os cursos das áreas tecnológicas e das ciências naturais como a operação remota, o diagnóstico e a manutenção, que podem ser importantes para os estudantes destes cursos.

6.3.4. Cenários dos laboratórios on-line para experimentação remota

Os laboratórios on-line para experimentação remota são importantes em diversas situações de aprendizagem. Um cenário aplicável é o dos cursos e/ou disciplinas ministradas na modalidade de ensino à distância. Neste cenário, os estudantes podem efetuar práticas de laboratórios a partir de suas casas ou de seus empregos. Os estudantes acessam individualmente os experimentos

remotos de modo que a colaboração se caracteriza como distribuída. Existe atualmente um número cada vez maior de esforços para que sejam reproduzidas nas modalidades de ensino on-line situações análogas as de sala de aula nas universidades.

Porém, comparativamente são percebidos poucos esforços para a construção de laboratórios on-line que sejam análogos aos dos laboratórios para práticas existentes nas universidades, uma vez que tutoriais e conteúdos convencionais são mais simples de construir para o ambiente da Internet. O que não se pode esquecer é que a aprendizagem efetuada em laboratório, as práticas, são uma peça fundamental em um currículo bem projetado. Com o número crescente de estudantes nas modalidades EAD e o aumento dos programas de aprendizagem à distância, a demanda por experimentos remotos on-line também tem aumentado.

Monitoramento e Controle de Parâmetros em Silo de Secagem de Arroz

Utilizado: 85%

WebCam

Painel de controle

Fluxo: Carregando

Elevador: Desligado

Aerar: Desligado - Ar frio

Ponto de Ajuste: °C 15°C

Monitoramento de Parâmetros

Temperatura interna 1	293,31 °K
Temperatura interna 2	20,97 °C
Temperatura externa	20,89 °C
Umidade interna	56,17 %
Umidade externa	56,59 %
Capacidade em uso	85 %

Logos: rexlab, UNISUL, EGC (Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento), rexnet

Figura 27: Websilo

Outro cenário importante para laboratórios on-line são as aplicações “ed-to-ed”. Nesta situação, os estudantes em uma instituição educacional acessam um laboratório hospedado em uma segunda instituição. Embora o acesso ao laboratório seja remoto os estudantes são agrupados uns com os outros de modo que a colaboração seja local. Esta situação oferece a oportunidade para IES de manter e executar experiências em ambientes laboratoriais que são demasiado caros, que consomem muito tempo ou são difíceis de operar ou manter individualmente. E finalmente outro cenário e de muito interesse é integração da realidade nas aulas tradicionais. Nesta situação, os estudantes observam uma experiência ou uma demonstração ao vivo (porém remota) controlada pelo professor. Neste cenário, o laboratório on-line é trazido para a sala de aula.

6.3.5. Características dos experimentos propostos

Os experimentos de laboratório realizados com dispositivos e equipamentos compartilhados mediante o acesso remoto através de Web aportam as seguintes vantagens características:

- A aprendizagem a distancia por parte dos alunos sem restrições de tempo ou limitações de distancia.
- A utilização por parte dos alunos de material caro ao que não teriam acesso no laboratório tradicional.
- Compartilhar equipamentos entre laboratórios de diferentes universidades a nível nacional ou internacional. Por último, devem-se destacar a escalabilidade do laboratório remoto, sendo possível adicionar equipamentos de instrumentação a medida de as necessidades, e também, sua extensão a potenciais usuários de pequena e mediana empresa que necessitem fazer um uso pontual de um equipamento caro de instrumentação.

6.4. Implementação geral de laboratório virtual

Dependendo das necessidades e dos custos se poderá optar por diferentes implementações de laboratórios. Na continuação vamos a ver as mais importantes:

- Laboratórios baseados em simulação: Estes laboratórios como sua palavra indica simulam o funcionamento dos aparatos que se encontra em um laboratório, de forma que o aluno possa aprender seu funcionamento.
- Laboratórios virtuais de acesso remoto: O aluno desde sua casa ou qualquer outro lugar poderá ser capaz de manejar os aparatos que se encontram no laboratório físico.

Na continuação vamos a ver alguns prós e contras de cada um deles, [ANIDO, 2001].

- A simulação permite a determinada instituição simular elementos ou instrumentos que por seu custo de aquisição e manutenção não poderiam ser utilizadas pelos estudantes.
- Em algumas ocasiões a simulação não leva em conta aspectos do mundo real que poderiam ser importantes na hora de realizar experimentos pelo que seria melhor utilizar laboratórios remotos.
- Os laboratórios remotos permitem ao aluno manejar instrumentos que utilizará em sua vida laboral. Ainda que devam restringir-se determinadas operações que pudessem causar danos aos referidos equipamentos ou instrumentos.

6.4.1. Caracterização de um laboratório on-line

Um laboratório on-line permite oferecer serviços e praticas laboratoriais através de programas informáticos, ou mais especificamente através da Internet. Trata-se, portanto, de poder realizar as praticas de fora do laboratório. A origem deste tipo de laboratório pode situar-se em programas como Matlab, Mathematica, etc. Estes programas permitem simular sistemas, modificar seus parâmetros e observar os resultados em um computador, e não em um equipamento ou

hardware. A vantagem era é evidente: se pode aumentar o número de praticas por aluno com um custo não muito excessivo, e mais, o aluno pode efetuar as praticas em sua casa a qualquer hora, sem a necessidade de ter que dispor de software específico. O êxito e expansão destes programas foi muito rápido. O problema destes programas é que distanciam demasiado o aluno do hardware e dos equipamentos reais.

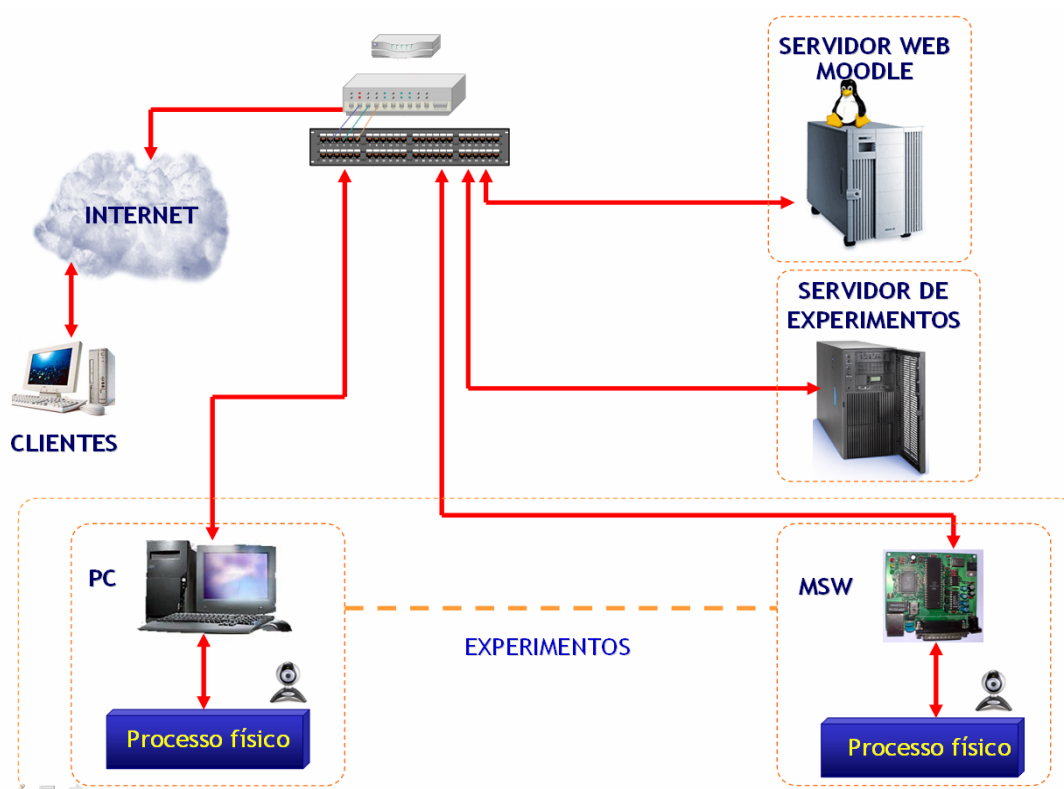


Figura 28. Um modelo básico para um RExLab

O passo seguinte foi desenvolver programas que reproduziam com a maior exatidão os equipamentos e situações de um laboratório. Assim os alunos passaram a utilizar imagens de osciloscópios, geradores de ondas, servo motores, etc., em lugar de instruções e programas, desta maneira foram criados os laboratórios virtuais. Estes programas derivaram-se rapidamente no que chamamos multimídia: gráficos, simulação, textos, etc. Muitos destes ambientes multimídia estão disponíveis e acessíveis na Internet. Estes laboratórios virtuais são muito comuns na atualidade e inclusive estão disponíveis em versões profissionais, porém em qualquer caso seguem sem ter componentes de

hardware. O passo seguinte foi a criação dos laboratórios de experimentação remota (ver Figura 28) onde os alunos acessam via TCP/IP os equipamentos ou hardware e os programas, e desta forma podem controlar e observar sua evolução real através de uma WebCam ou outro meio. Assim foi possível prover um ambiente que se assemelha ao de um laboratório presencial tradicional e que pode ser manuseado remotamente, ou seja, mesmo que o aluno esteja em sua casa ou em qualquer outro ponto do mundo.

6.4.2. Vantagens de laboratório de experimentação remota

O projeto e uso de um laboratório de experimentação remota em instituições de ensino tem vantagens claras:

- Maior utilização dos equipamentos do laboratório. Ao estarem disponíveis os equipamentos 24 horas por dia, 365 dias ao ano seu rendimento é maior.
- Organização de laboratórios. Não é necessário manter abertos os laboratórios a todas as horas, basta com que estejam operacionais.
- Organização do trabalho dos alunos. Com os laboratórios remotos os alunos e professores podem organizar melhor seu tempo, de maneira similar aos horários de aulas.
- Aprendizagem autônoma. Os laboratórios remotos fomentam o trabalho autônomo, que é fundamental no modelo atual de educação superior.
- Abertura a sociedade. Os laboratórios remotos podem ser colocados a disposição da sociedade.
- Cursos não presenciais. Possibilitam a organizar cursos totalmente não presenciais, evitando muitos dos problemas atuais.
- Inserção dos usuários em um contexto real. Uma vez que elementos hardware passam a ser controlados através de um computador e comandados utilizando técnicas software/hardware passam os usuários a estarem inseridos em um contexto real de aprendizagem.

6.4.3. Laboratório virtual remoto de acesso a dispositivos físicos

Na continuação vamos ver um esquema básico de um laboratório virtual remoto, [KO, 2004]:

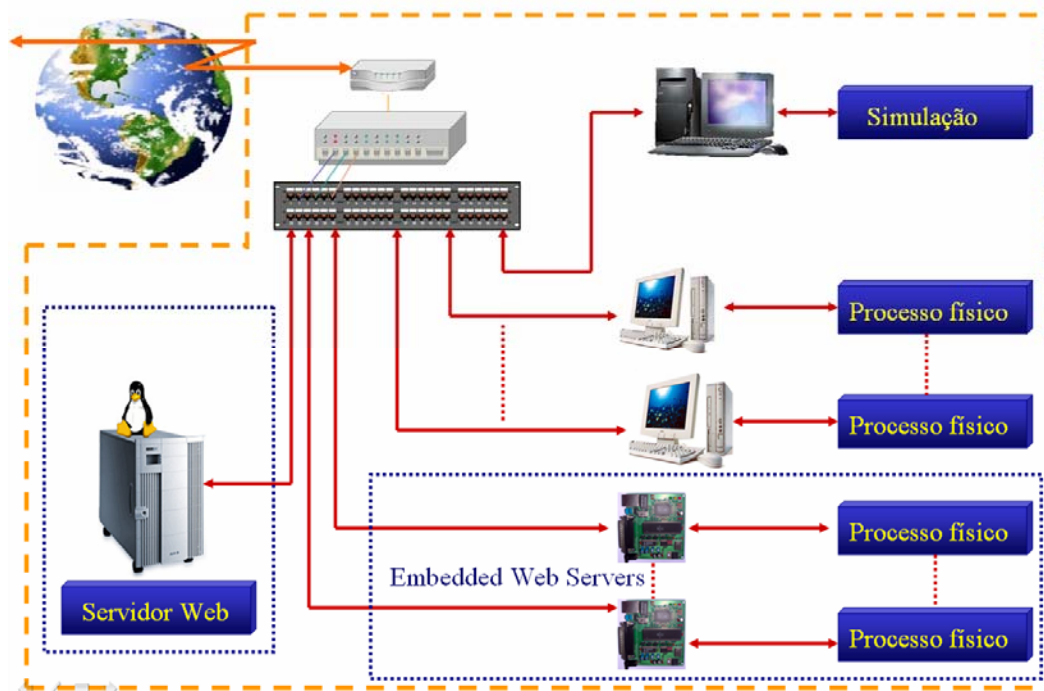


Figura 29 Estrutura básica de um Laboratório Virtual Remoto

- Clientes: dispõem de um computador com acesso a Internet, Portanto uma vez que acessem ao servidor Web, através de um navegador e uma senha, poderão buscar informação detalhada sobre a natureza do experimento e levá-lo a cabo.
- Servidor Web: permitem ao usuário o acesso ao laboratório virtual, o controle dos dispositivos e a obtenção dos resultados do experimento.
- PC Interno: Está equipado com uma placa de rede e interface. Dependendo das aplicações e dos instrumentos a controlar no experimento poderá ser de:
 - Aquisição de dados (DAQ).
 - Processamento do sinal digital (DSP).
 - Bus interface de uso general (GPIB).
 - Outras aplicações

O PC interno receberá os comandos do servidor web, estes comandos se converterão em sinais de controle permitindo manejar os instrumentos envolvidos no experimento.

- Na maioria dos casos são incluídas câmeras e microfones para que o aluno possa seguir cada um dos passos do experimento.

6.4.4. Laboratório remoto com equipamentos de medida acessíveis para a Web

Uma das reais possibilidades da experimentação remota é a realização de medidas sobre dispositivos reais com base na arquitetura esquematizada na figura 30. Se consegue acessar ao equipamento de forma remota, de maneira que não haja diferenças apreciáveis com a realização da prática de forma presencial frente aos equipamentos de medida. O objetivo inicial tem sido compartilhar múltiplos equipamentos de medida através da Internet. Parte-se de equipamentos de medida conectados entre si mediante um bus GPIB (Norma IEEE-488). Um computador com uma placa controladora GPIB, ao que denominamos servidor de instrumentação, é o nexo de união entre os equipamentos de medida. O servidor de instrumentação é governado pelo servidor Web. Este último é o encarregado de gerenciar o acesso ao equipamento. A conexão entre estes dois computadores se realiza mediante uma rede Ethernet Local, e é através do servidor Web como se proporciona o acesso a Internet. Tem-se definido um protocolo genérico de envio de comandos e respostas, de tal maneira que seja independente do equipamento a controlar. Desta maneira se dispõe de uma plataforma versátil na que resulta fácil incorporar novos instrumentos de medida.

O usuário deve acessar o equipamento desde uma página Web nela, mediante uma aplicação desenvolvida em linguagem de programação executável desde um navegador (browser) padrão, se acessa a interface gráfica o instrumento virtual. Desde esta página Web, o usuário pode realizar as medidas e controlar o equipamento de medida, pulsando diretamente sobre os botões que aparecem no gráfico que representa o painel frontal do equipamento, como se

estivesse operando com o equipamento real.

Adicionalmente se têm desenvolvido interfaces para o usuário de forma que permita aos estudantes receber os dados em um formato adequado, tais como gráficos ou tabelas. Os dados resultantes podem guardar-se localmente no PC para uma posterior manipulação. O ajuste dos dados e a extração dos parâmetros podem ser realizados pelo usuário usando suas ferramentas favoritas.

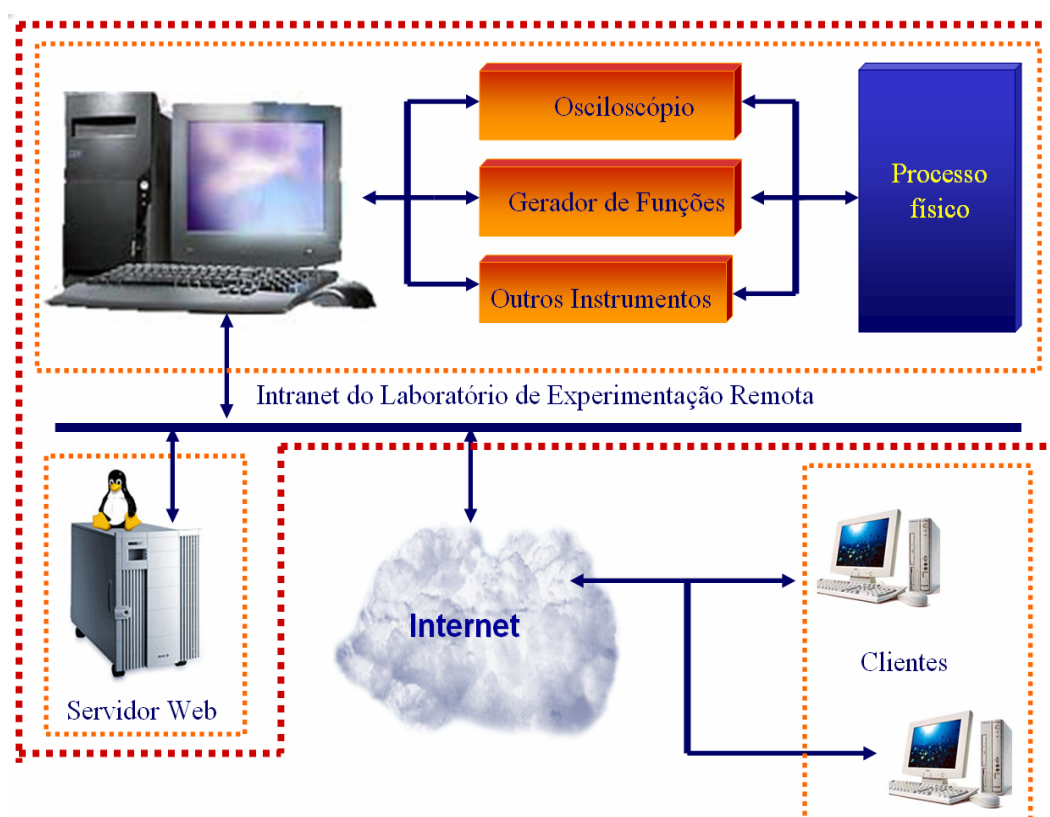


Figura 30. Laboratório Web com equipamentos de medida e sistemas reconfiguráveis acessíveis remotamente

6.5. Tecnologias de implementação de laboratórios remotos

O campo de desenvolvimento dos laboratórios remotos tem sido muito ativo na atualidade permitindo a sua implementação com diversas técnicas. Antes de passar a descrever algumas delas, são interessantes destacar três cenários de desenvolvimento de laboratórios remotos:

- A maioria dos laboratórios remotos em uso foi desenvolvida em IES, isto normalmente lhes dá uma forte conotação de componentes de hardware relegando ao segundo plano o design global e a gestão dos serviços e priorizando os serviços de hardware. Este perfil de laboratório tem como premissa básica que os alunos possam acessar os experimentos e/ou instrumentos no laboratório desprezando outros aspectos.
- Simetricamente ao anterior estão o projetista especializado em software e em comunicações que vê o laboratório remoto como um típico problema de comunicação, níveis, objetivos, tempo real, etc., colocando em segundo plano o objetivo principal: tornar acessível o laboratório via Internet.
- Em outros casos os projetistas levam o laboratório remoto para seu domínio de conhecimento, ou seja, não se parte de um estudo das possibilidades tecnológicas, e sim simplesmente do uso de uma tecnologia conhecida.

6.5.1. Laboratório remoto baseado em uma aplicação específica Cliente/Servidor TCP/IP

Este tipo de laboratório remoto passa pela elaboração de um programa tipo Cliente/Servidor utilizando o protocolo TCP/IP. O desenvolvimento deste tipo de aplicação pode ser trabalhoso uma vez que recai sobre o programador o controle de todas as operações e o projetista tem o controle total da aplicação. É uma aplicação constituída de duas partes (cliente e servidor) e a seqüência operacional normalmente é a seguinte:

- O dispositivo a ser programado deve estar conectado fisicamente a um microcomputador que se comportará como um servidor. Neste microcomputador deverá estar armazenado e inicializado o programa servidor cuja missão é ficar escutando as possíveis conexões de clientes através da Internet.
- O usuário deve ter instalado em seu microcomputador a aplicação do Cliente. O Cliente e o Servidor podem estar tão distantes como se queira graças a conexão pela Internet. O usuário inicia a aplicação do Cliente a

partir de seu microcomputador e ao fazer isto o Servidor detecta o novo Cliente e se conecta com ele.

- Uma vez estabelecida a conexão, o usuário solicitará mediante comandos ao servidor que execute determinadas operações. Por exemplo, o cliente pode enviar ao servidor um arquivo com o novo software que quer descarregar em, por exemplo, um PLC conectado ao servidor.

Para enviar e receber o arquivo, a aplicação utiliza o protocolo TCP/IP suportado pela Internet. Uma vez recebido o arquivo com o novo software, a programação do equipamento se fará executando arquivos do tipo .bat ou um script.

- Uma vez programado o dispositivo, o usuário poderá a ativar entradas e saídas do dispositivo mediante o uso de algum recurso de hardware específico e poderá visualizar o efeito das operações efetuadas mediante o uso de uma WebCam disponível para monitoração do experimento.
- A operação poderá ter sido concluída com sucesso ou não. Assim terminada a sessão, se o funcionamento não for o desejado, o usuário poderá programar uma nova solução melhorada e a voltar a testar remotamente no laboratório.

6.5.2. Laboratório remoto implementado como uma aplicação Web

O objetivo segue sendo o mesmo, porém a estratégia muda. Em vez de desenvolver uma aplicação Cliente/Servidor onde o programador é responsável por tudo, neste caso o programador deve usar todos os serviços padronizados e disponíveis na Internet, por exemplo:

- A gestão da segurança será responsabilidade do sistema operacional ou do servidor.
- O acesso ao serviço será via Web, ou seja, o aluno acessará a uma página Web, não executará um programa Cliente (java applets, por exemplo).

- A comunicação ficará sob controle dos “serviços da Internet”, o mesmo ocorrerá com a recuperação de erros.
- A gestão do login será responsabilidade do servidor.
- A interoperabilidade entre sistemas operacionais recai neles mesmos.

Neste caso o projetista tem como responsabilidade a de ajustar todos os serviços anteriores em torno de uma página Web, preocupando-se mais com os usuários e seus perfis, que pelos serviços associados a eles. A qualidade destes serviços será avaliada pelo próprio sistema operacional ou pela Internet. Por exemplo, toda a política de segurança seria a mesma utilizada no restante da IES, não haveria necessidade de particularizá-la.

Comparativamente com estratégia Cliente/Servidor abordada anteriormente:

- Neste caso o projetista se centra nos aspectos de software do laboratório remoto, o projetista somente oferece serviços, não fica a seu cargo o desenvolvimento deles. Na aplicação Cliente/Servidor, o projetista deve controlar de forma particular os mecanismos de controle e comunicação do hardware.
- É melhor o enfoque de aplicação Web, já que aborda e resolve o problema desde uma perspectiva mais global.
- O Cliente não tem que ter nenhum programa Cliente residente, o que simplifica muito o uso do laboratório de experimentação remota a partir de qualquer ponto ou dispositivo que suporte a conectividade da Internet.

A Figura 31 mostra o esquema geral da aplicação em um laboratório remoto. A solução proposta utiliza microsistemas (implementados com microcontroladores, microprocessadores, FPGA, etc.) como ponte entre o servidor e o dispositivo programável. Esta solução apresenta varias vantagens:

- O laboratório de experimentação remota deixa de ser um serviço de hardware para ser um serviço Web, de fato o laboratório passa a ser visto como uma Intranet.

- O microservidor tem um IP, e assim toda a comunicação com o equipamento (hardware) se faz através da Internet em uma rede local IP ou inclusive em uma Intranet.
- O fato de que os dispositivos tenham IP, permite aumentar seu número sem modificar a rede física. Ou seja, se pode controlar tantos dispositivos como se deseje, bastará dispor de novos pontos de Internet e dos correspondentes IP.
- Pode-se dotar de serviços Web aos dispositivos programáveis de controle sem ter que modificar o servidor.
- Os dispositivos de controle podem comunicar-se entre si, melhorando com eles a qualidade global do laboratório de experimentação remota.

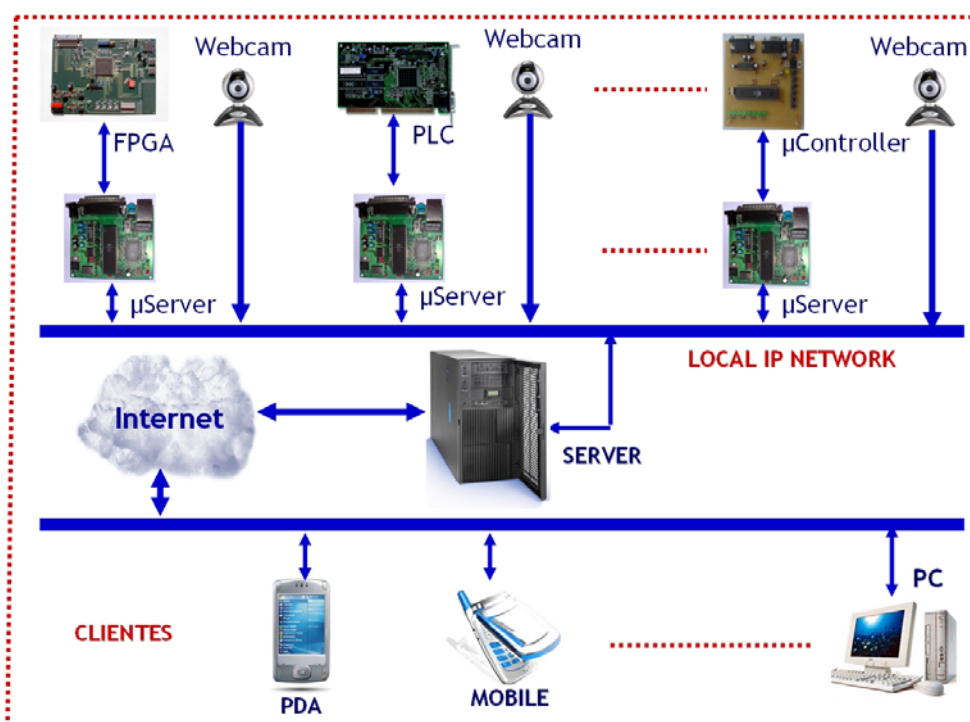


Figura 31: Estrutura de um WebLab como aplicação Web e baseado em microservidores

6.5.3. Outras estratégias para implementar um laboratório remoto

Como já foi mencionado anteriormente, existem múltiplas formas de implementar um laboratório de experimentação remota, sobretudo graças a diversidade de software existente, e dentro destas cabe destacar duas mais:

- Implementações baseadas em ambientes de desenvolvimento em tempo real, por exemplo, CORBA. A principal vantagem é que neste caso é que se conta com toda a potencia de um ambiente como o CORBA, porém poderá isso transformar-se em uma desvantagem.
- Implementações baseadas no LabView. Esta é uma solução bastante utilizada, e suas principais vantagens são seu potencial de uso, seu conhecimento por parte da comunidade universitária e a disponibilidade de serviços já orientadas ao projeto de laboratórios remotos. Sua principal desvantagem é que não se trata de software livre, e mais, seu preço é bastante elevado.

6.6. Utilização e perspectivas futuras dos laboratórios virtuais

Atualmente se está usando laboratórios virtuais em quatro áreas claramente identificadas:

1. Sistemas de conexão remota a experimentos pré-definidos (normalmente com câmeras Web e acesso à manipulação parcial dos experimentos).
2. Laboratórios virtuais com instrumentação e equipamentos eletrônicos simulados (sem medidas nem componentes reais).
3. Laboratórios virtuais com instrumentação e equipamentos eletrônicos reais, normalmente com sistemas de gerenciamento dos recursos de forma temporal se estes forem únicos e precisam que um só usuário trabalhe de forma concorrente.
4. Laboratórios virtuais com acesso remoto Web a instrumentação e equipamentos eletrônicos reais, podendo neste caso utilizar de forma direta ou por meio de aplicações de toda a potencialidade do equipamento.

No futuro se prevê um maior número de equipamentos integráveis com acesso remoto Web, assim como o desenvolvimento cada vez maior de sistemas de laboratórios virtuais com instrumentação e equipamentos eletrônicos reais,

normalmente com sistemas de gestão dos recursos de forma concorrente, possibilitando o uso dos mesmos por um número elevado de usuários concorrentes.

6.7. Resumo do capítulo

Os avanços da tecnologia da informação e da comunicação aumentam consideravelmente a disponibilidade dos recursos computacionais e reforçam o argumento que usar a tecnologia para apoio ao trabalho prático colaborativo deve ser encarado como parte vital de uma abordagem de ensino contemporânea. A aprendizagem colaborativa torna-se importante para duas razões. Se projetadas apropriadamente, as experiências de aprendizagem colaborativa podem ser benéficas e motivadoras e segundo porque os meios de aprendizagem formam comunidades de prática que agregam valor principalmente no ensino das ciências exatas através de práticas que envolvem os laboratórios e que incluem também a colaboração e o uso de tecnologias de informação e de comunicação. Entre as diversas contribuições do uso de laboratórios de experimentação remota na configuração de ambientes colaborativos de aprendizagem pode-se destacar que:

- A utilização da experimentação remota permite ilustrar princípios contidos em determinado tema;
- A experimentação remota poderá ser utilizada para ilustrar ou reforçar os conceitos e as teorias ensinados em um curso ou disciplina, agindo desse modo como um instrumento que incentiva a reflexão;
- Permite o ensino dos procedimentos ou de habilidades de um projeto experimental;
- Os estudantes sejam introduzidos em práticas do “mundo real”;
- Se crie o foco para as interações estudante-estudante e do estudante-professor;
- Os estudantes sejam motivados, com a premissa que o trabalho prático pode ser importante para influenciar o desenvolvimento de atitudes positivas sobre determinado tema ou assunto.

Tem-se apresentado o uso dos laboratórios virtuais para o acesso remoto por parte dos usuários (normalmente estudantes) aos sistemas de instrumentação e outros recursos dos laboratórios, de forma que possam realizar práticas e experimentos de forma não presencial, aumentando o nível de acesso às mesmas com um menor custo na gestão, pessoal, manutenção e deslocamentos.

7.0 REDES DE EXPERIMENTAÇÃO REMOTA

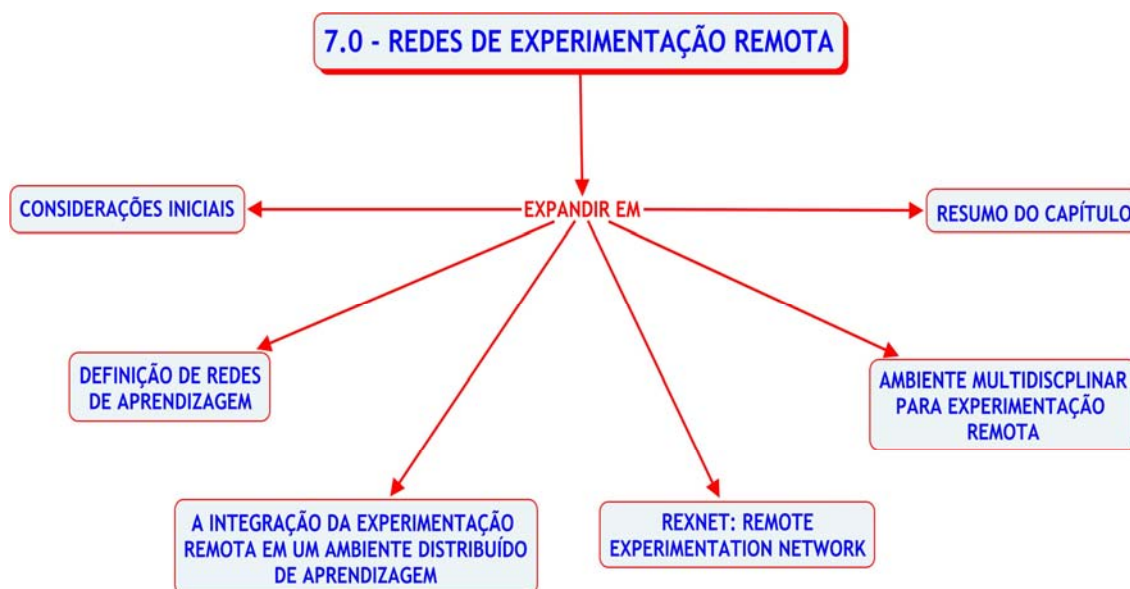


Figura 32: Mapa conceitual do capítulo 7

7.1. Considerações Iniciais

As virtualidades que as redes oferecem no âmbito educacional são imensas e estão disponíveis para serem exploradas e rentabilizadas. O primeiro dos possíveis usos das redes no terreno da educação se constitui, como parece obvio, a educação a distancia. A diferença do tradicional “ensino por correspondência”, para a criação de “aulas virtuais” e sua possível utilização para a formação, implica na existência de um recurso de proporções enormes para tarefas tais como a formação do professorado, o ensino de pessoas adultas ou o acesso a educação “on-line” de zonas geograficamente isoladas ou dificilmente acessíveis. Para supor um novo recurso e torná-lo suscetível a sua rentabilização formativa é requerido tanto o conhecimento técnico como a existência de um coletivo capacitado para seu uso. Não obstante, segundo alguns dados, são milhões de estudantes em todo o mundo que utilizam atualmente a educação “on-line”.

Todos os adjetivos são poucos quando se tenta expor as potencialidades da Internet. É a rede de redes por excelência. Precisamente, por ser um conjunto descomunal de redes enlaçadas entre si, não tem fim, nem hierarquia. Não está, todavia muito claro se é possível exercer controles ou censuras todas as tentativas tem sido inúteis. O dito popular de “tentar por portas no campo” resulta especialmente indicado para a conjuntura. Sua imensidão, facilidade de acesso, absoluta liberdade, assim como seu crescimento brutal, poderia afirmar-se que são suas garantias de êxito. Se alguém disser que tenha visto uma peça em uma linha de montagem, nos interrogaríamos sobre sua ignorância porque em uma linha de montagem não há uma peça, existem milhares. Assim deveria ser nossa reação ante os descobridores de areia na praia.

Segundo parecem, as possibilidades que o uso de Internet abre ao mundo da educação são muito consideráveis. Existem, primeiro, bases teóricas que fundamentam pedagogicamente seu emprego como recurso educacional. Podemos, mais tarde, descobrir como bastante proveitosa a sua aplicação direta no ensino: o correio eletrônico, os grupos de discussão, as listas de distribuição, a transferência de arquivos, a videoconferência... Não é exagerado afirmar que a educação pode considerar-se privilegiada pelo uso destas possibilidades que oferece a Internet.

7.2. Definição de rede

Uma rede informática é um conjunto interconectado de computadores que oferece aos seus usuários diversos serviços relacionados com as comunicações e o acesso a informação. Os computadores conectados aumentam sua funcionalidade. Em primeiro lugar, permitem compartilhar recursos e periféricos especializados ou caros (como impressoras, espaço de armazenamento, tempo de computação, etc.). Em segundo lugar, facilitam o acesso a enormes quantidades de informação armazenada remotamente e promovem a comunicação entre as pessoas e os grupos utilizando uma ampla

variedade de meios (texto, imagens, áudio, vídeo, etc.). Finalmente, é uma excelente ferramenta para difundir rápida e eficientemente informação entre seus usuários. (ADELL, 1998)

O paradigma das novas tecnologias são as redes informáticas. Os computadores, isolados, nos oferecem uma grande quantidade de possibilidades, porém conectados incrementam sua funcionalidade em várias ordens de magnitude. Formando redes, os computadores não somente servem para processar informação armazenada em suporte físicos (disco rígido, disquete, CD ROM, etc.) em qualquer formato digital, e sim também como ferramenta para acessar a informação, a recursos e serviços prestados por computadores remotos, como sistema de publicação e difusão da informação e como meio de comunicação entre seres humanos. E o exemplo por excelência das redes informáticas é a Internet. Uma rede de redes que interconecta milhões de pessoas, instituições, empresas, centros educacionais, de pesquisa, etc. de todo o mundo. Tem-se afirmado que a Internet é uma maquete a escala da futura infra-estrutura de comunicações que integrará todos os sistemas separados dos que hoje dispõe (TV, radio, telefone, etc.), ampliando suas possibilidades, os novos sistemas que hoje já se utilizam experimentalmente na Internet e outros que apenas imaginamos.

7.3. As redes e as teorias de aprendizagem

A utilização das redes informáticas pode aportar muito à educação. De uma forma geral pode-se dizer que tem potencial para contribuir na redução do isolamento das instituições de ensino, tradicionalmente restrita ao seu espaço físico, permitindo o acesso de professores e estudantes a grande quantidade de informação relevante. Esta abertura para o mundo converte em colegas de classe estudantes separados por milhares de quilômetros e lhes facilita o trabalho cooperativo em projetos conjuntos, torna possível que os professores acessem a informação elaborada por outros professores ou por pesquisadores de todo o mundo. As redes também contribuem para melhorar a comunicação entre uma instituição de ensino e seu ambiente social, para otimizar a gestão

dos centros e a comunicação com a administração educacional e proporcionar maiores oportunidades de desenvolvimento profissional e formação continuada aos docentes. (ADELL, 1998).

Quando focamos as redes telemáticas de ensino do ponto de vista de sua instrumentalidade para a aprendizagem, ficam evidentes os princípios de três teorias, construtivismo, teoria da conversação e teoria do conhecimento situado, que parecem particularmente idôneos para fundamentar esta instrumentalidade.

7.3.1. Redes telemáticas e o Construtivismo

Nestes últimos anos, as teorias baseadas no construtivismo e o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem construtivistas tem despertado considerável interesse. Bodner resume o modelo construtivista de conhecimento na seguinte frase: “O conhecimento se constrói na mente de quem aprende”. Do ponto de vista construtivista, os dados que percebemos com nossos sentidos e os esquemas cognitivos que utilizamos para explorar esses dados existem em nossa mente. De acordo com Kalk e Friedman, a aprendizagem construtivista se caracteriza pelos seguintes princípios:

- **Da instrução para a construção:** Aprender não significa simplesmente substituir um ponto de vista (incorreto) por outro (correto), nem simplesmente acumular o novo conhecimento sobre o antigo, e sim melhorar e transformar o conhecimento. Esta transformação, por sua vez, ocorre através do pensamento ativo e original do aprendiz. Assim a educação construtivista implica na experimentação e na resolução de problemas e considera que os erros não são antitéticos da aprendizagem e sim melhorar a base do mesmo.
- **Do reforço ao interesse:** Os estudantes compreendem melhor quando estão envolvidos em tarefas e temas que cativam sua atenção. Portanto, em uma perspectiva construtivista, os professores investigam o que interessa a seus estudantes, elaboram um currículo para apoiar e

expandir esses interesses, e implicam ao estudante no projeto de aprendizagem.

- **Da obediência a autonomia:** O professor deveria deixar de exigir submissão e fomentar na mudança liberdade responsável. Dentro da abordagem construtivista, a autonomia se desenvolve através das interações recíprocas a nível micro genético e se manifesta por meio da integração de considerações sobre um mesmo, os demais e a sociedade.
- **Da coerção a cooperação:** As relações entre alunos são vitais. Através delas, se desenvolvem os conceitos de igualdade, justiça e democracia e progride a aprendizagem acadêmica. A Internet apresenta os traços de um ambiente de aprendizagem construtiva enquanto que permite que se coloquem em prática os princípios acima apontados. É um sistema aberto guiado pelo interesse, iniciado pelo aprendiz, e intelectual e conceitualmente provocador. A interação será atrativa na medida em que o desenho do ambiente é percebido como suportador do interesse.

7.3.2. A Teoria da Conversação e as redes telemáticas

A segunda teoria frequentemente invocada para fundamentar a validade pedagógica do ambiente Internet é a teoria da conversação. A teoria segue o ponto de vista de Vygotsky sobre o fato de que aprender é por natureza um fenômeno social; que a aquisição de novo conhecimento é o resultado da interação de gente que participa em um diálogo; e que aprender é um processo dialético no qual um indivíduo contrasta seu ponto de vista pessoal com o de outro até chegar a um acordo. A Internet adere à noção vigotskiana de interação entre gente que traz diferentes níveis de experiência a uma cultura tecnológica. A Internet é um ambiente que pressupõe uma natureza social específica e um processo através do quais os aprendizes criam uma “zona virtual de desenvolvimento próximo”. (Vygotsky).

7.4. Integração de experimentos de laboratório remotos em um ambiente distribuído de aprendizagem

O desenvolvimento de laboratórios de acesso remoto é uma realidade hoje em dia. A RExNet, por exemplo, forma uma rede educacional que permite realizar experiências de laboratório em que diversas IES, no Brasil e no exterior, podem compartilhar dispositivos e equipamentos para serem utilizados em aulas práticas. O surgimento dos laboratórios de experimentação remota distribuídos pode propor novos caminhos de integração e gestão tanto para os professores que realizam as práticas, quanto para os técnicos que efetuam manutenção dos equipamentos quanto para os alunos que os utilizam. Neste capítulo se aborda a utilização da experimentação remota como fator de integração das práticas de laboratório em um ambiente de aprendizagem distribuído.

Os laboratórios experimentais podem ser caracterizados como imprescindíveis no processo de aprendizagem da maior parte das disciplinas ministradas em cursos da área das ciências exatas, porém, tradicionalmente este ensino de tipo prático é desenvolvido em laboratórios presenciais. Sem dúvida, as novas tecnologias aplicadas ao ensino podem otimizar seu funcionamento e proporcionar uma nova perspectiva na implementação de novas práticas experimentais na realização do trabalho prático. Em um laboratório remoto o pode dispor de um conjunto de práticas que incluem acesso a dispositivos reais através do uso de um navegador Web padrão. Isto permite, no terreno docente, proporcionar aos estudantes cursos a distância baseados na utilização de equipamentos reais que até o momento, somente era possível realizar através de simulações. O que se argumenta aqui não é pretensão de substituir as práticas em laboratórios presenciais, e sim propor o laboratório remoto como complemento para a aprendizagem, aportando novos experimentos e resolvendo problemas de infra-estrutura que podem aparecer nas práticas “in situ”, como o congestionamento dos espaços físicos dedicados a eles ou a confecção de escalas de horários para grupos dos estudantes ou mesmo a suprir a indisponibilidade deste tipo de recurso.

Por outro lado, nada impede que os experimentos acessados remotamente estejam distribuídos fisicamente entre várias IES formando um laboratório distribuído que reúna assim os esforços econômicos derivados da compra de material, ao compartilhar o uso dos equipamentos e redundando em um aproveitamento muito mais eficiente dos recursos disponíveis. Uma iniciativa neste sentido é o projeto RExNet.

7.5. RexNet: Remote Experimentation Network

Os objetivos do projeto de RExNet estão contidos em seu acrônimo, criar uma Rede de experimentação Remota responsável pela oferta de um *e-services* entre IES participantes, a plataforma proposta consiste de vários Laboratórios de Experimentação Remota – RexLab, distribuídos disponíveis nas IES, que dispõem de dispositivos e funcionalidades desenvolvidos de forma independente pelos vários participantes do consórcio. O objetivo principal é compartilhar e divulgar as competências atuais em experimentação remota detidas pelas IES conveniadas procurando harmonizar o uso deste recurso auxiliar (como um complemento para o uso em laboratórios locais) dentro de cursos mantidos por estas instituições. Entre as metas secundária estão as organizações de seminários em experimentação remota, elaborações de documentação em formato padronizado das atividades nos laboratórios, por exemplo, descrever a condução de uma sessão de experimentação remota (com apoio multilíngüe) e estabelecer uma ampla rede de ajuda baseada em tutores para as sessões de experimentação remotas, tirando proveito da diferença de fuso horário entre os países participantes (por exemplo: 7 a 8 horas entre o México e Alemanha). Recentemente foi aprovado no âmbito do Programa Alfa, da comunidade europeia, o projeto RExNet-Remote Experimentation Network, que conta com a participação das seguintes IES: Instituto Politécnico do Porto (PT), Universidade do Porto (PT), Universitaet Bremen (DE), Technische Universitaet Berlin (DE), Universite of Dundee (UK), Universidade Federal de Rio Grande do Sul (BR), Universidade Federal de

Santa Catarina (BR), Pontificia Universidad Católica de Chile (CL), Universidad Católica de Temuco (CL) e Instituto Tecnológico e de Estudios Superiores de Monterrey (MX), Universidad de Deusto (SP), Universidade Politécnica da Catalunha (ES) e Universidade do Sul de Santa Catarina (BR).

A motivação para esta atividade é o compartilhamento de recursos humanos e dos equipamentos disponíveis nas IES conveniadas, cada IES participante desenvolve e mantém seus dispositivos dentro de seu próprio ambiente de laboratório de experimentação remota, o RexLab local, mas permite que usuários de outras IES possam acessar remotamente e usar a sua infraestrutura de laboratório através da Internet. A plataforma em implantação deverá constituir-se em uma experiência interessante para os estudantes buscando a sua integração com seus estudos individuais ao longo dos currículos escolares, do ponto de vista da aprendizagem serão centrados os estudantes na construção de conhecimento através de um conjunto de tarefas mediado por uma variedade de ferramentas e um repositório que será o centro da infra-estrutura técnica que permitirá a integração das ferramentas e uma produção incremental possibilitando o reuso dos resultados dos estudantes.

A integração dos laboratórios mencionados dentro do ambiente de aprendizagem proposto na RExNet permite configurar cenários nos quais cada estudante poderá resolver certas tarefas na colaboração com os outros integrando as soluções parciais que tenham elaborado em outro momento, colaborando na referida integração, e aproveitando em qualquer caso as características do ambiente colaborativo para acessar aos recursos dos laboratórios desde qualquer dispositivo, qualquer momento e qualquer lugar.

O ambiente pode, por exemplo, neste contexto ser aproveitado pelo professor para ilustrar conceitos nas aulas onde são ministradas as aulas teóricas. Também se pode utilizar para que os alunos possam repassar estes resultados e experimentar com as práticas propostas.

7.5.1. Clientes distribuídos e sites distribuídos de laboratórios

Um assunto importante e ao mesmo tempo um obstáculo principal para superar é a infra-estrutura de experimentação distribuída com vários módulos colocados por toda parte em locais geograficamente distribuídos em continentes diferentes. Cada IES participante deverá poder criar o conteúdo de seus próprios módulos para os experimentos de forma independente. Também deverão ser tratados como assuntos importantes à administração dos usuários e a segurança, os experimentos somente estarão disponíveis para usuários previamente registrados.

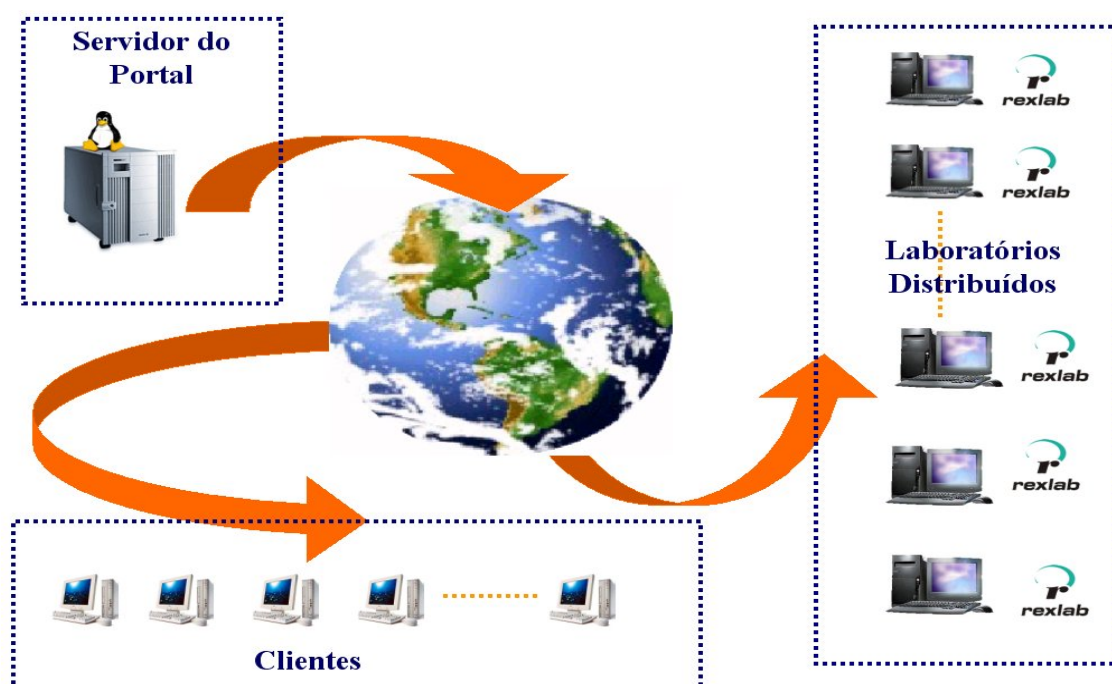


Figura 33: Arquitetura global da RExNet

Para que os usuários das várias IES conveniadas possam acessar os experimentos, será construído um banco de dados centralizado que conterà informações para autenticação e dados de autorização para acesso às diversas fases dos experimentos. Em cada local, haverá um ponto de entrada, um portal, que irá verificar a autenticidade e permissão dos usuários através de acesso ao banco de dados central, a figura 33 mostra as possíveis conexões

da arquitetura proposta. Os usuários e administradores podem se conectar aos módulos de experimentos dos laboratórios e servidores de portal para examinar diretório, conferir dados dos usuários ou o funcionamento de módulos de experimentos.

O controle dos experimentos de laboratório e o material dos cursos são gerenciados pelos servidores locais das diferentes instituições envolvidas. Cada consorciado ou parceiro desenvolve e gerencia uma série de conteúdos educacionais ou atividades e os compartilha com o resto do grupo. As atividades correspondem aos experimentos de laboratório, simulações de processos, conteúdos de um curso etc.

7.5.2. Sites distribuídos dos Laboratórios

Os experimentos ofertados em servidores locais pelas diferentes IES permitem a criação de laboratórios distribuídos em todos os países de abrangência da Rede. E deste ponto de vista a integração de experimentos deve ser realizada pelos diversos organismos que tomem parte deste laboratório e preferencialmente com os seguintes requisitos:

- Uma organização distribuída que facilite a manutenção dos servidores locais.
- Existência de um sistema de autenticação centralizado para o acesso aos experimentos.

Cada módulo ou dispositivo de experimentação remota pode ser acessado através de um portal e cada participante local mantém um servidor de portal por Laboratório de Experimentação Remota - RExLab. Os servidores dos portais não contêm dados dos usuários, que estão disponíveis em um servidor central onde é efetuada a autenticação e estão disponíveis as informações de autorização. A arquitetura proposta permite a conexão e o acesso de todos os tipos de módulos ou dispositivos para experimentos nos portais.

Deve-se observar que em consequência da especificidade de alguns experimentos que utilizam recursos de hardware, estes dispositivos poderão ser acessados por um único usuário ou um grupo limitado, daí a necessidade de administrar estas restrições através de um sistema centralizado de agenda com reservas de horários e cronogramas de utilização onde os usuários poderão reservar, alterar ou cancelar reservas de utilização de experimentos remotos através de uma interface gráfica, on-line, que permitirá acesso aos dados dos usuários e conterá informação pessoal como login, senha, número de matrícula, IES de origem, e-mail, permissões de acesso.

7.5.3. Aplicações

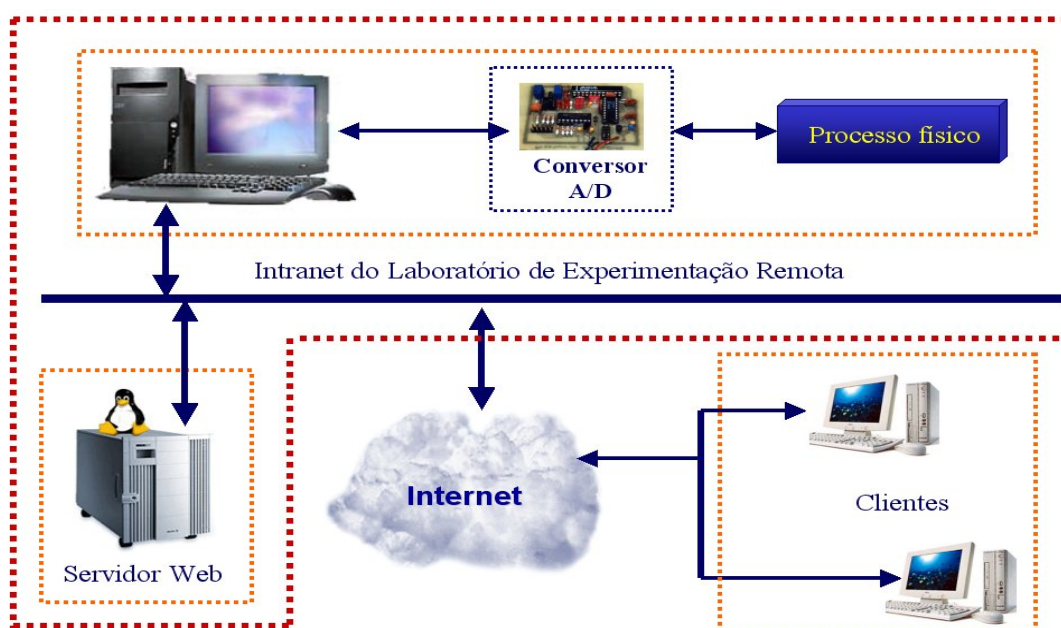


Figura 34: Aplicação utilizando software de visualização de instrumentos.

Os experimentos estarão disponíveis para acesso através de computadores ou outros dispositivos com as facilidades de conectividade para Web (*embedded web servers*, por exemplo), nos laboratórios de experimentação remota. Estes microcomputadores ou dispositivos conectados poderão estar interligados a instrumentos de medição, reais, como osciloscópios, geradores de função e fontes de alimentação ou a instrumentos virtuais, como ilustra a figura 35,

utilizando um software desenvolvido para interfaceamento e controle do instrumento ou através da utilização de softwares para este fim (por exemplo, através da utilização do ambiente Labview³⁴, da National Instruments). Quando os usuários acessarem estes microcomputadores e dispositivos, através da Internet, eles poderão controlá-los e os instrumentos a eles conectados, também será disponibilizada uma “web-cam” para transmitir “ao vivo” o que está acontecendo no mundo físico.

Além da utilização de microcomputadores apresenta-se como alternativa para experimentação a utilização de “*embedded web servers*” para o interfaceamento com instrumentos ou dispositivos de aquisição de dados através de interfaces específicas com entradas e saídas, digitais e analógicas. Através destas interfaces poderão ser conectados sensores, amplificadores de tensão, retificadores, transdutores, controles de robôs e outros aparatos para experimentos específicos, pois em alguns casos, será conveniente controlar as condições experimentais acionando motores, aquecedores ou gerando sinais elétricos, por exemplo.

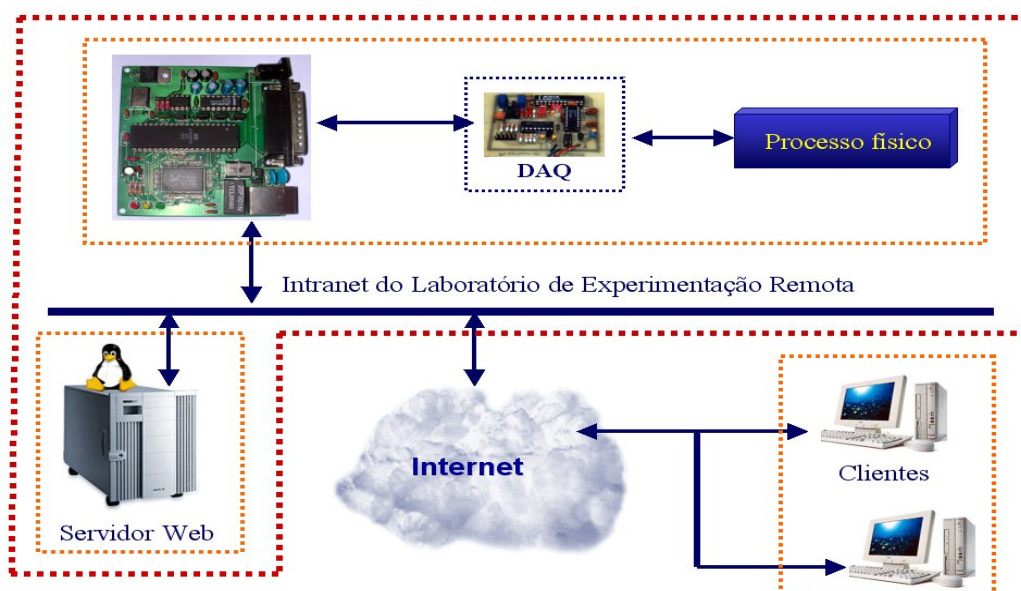


Figura 35: Modelo de experimentação remota utilizando embedded web server

³⁴ Labview: é uma poderoso software de instrumentação que integra aquisição de dados, análise e representação gráfica para utilização em microcomputadores e roda em vários sistemas operacionais.

Um caso prático de utilização de “embedded web server” são os experimentos utilizando o “microservidor web – MSW” (dispositivo desenvolvido no RexLab da Universidade Federal de Santa Catarina – SC, Brasil), que oferece as facilidades da tradicional configuração de conexão cliente-servidor onde através de CGI (Common Gateway Interface) permite o controle de instrumentos e outros dispositivos que podem ser acessados e controlados através de um navegador de internet, padrão.

7.6. Ambiente multidisciplinar para experimentação remota

O emprego da experimentação remota e os sistemas colaborativos e cooperativos na criação de espaços virtuais abrem novas perspectivas. Este trabalho propõe a construção de espaços virtuais orientados a geração, experimentação, descobrimento e transmissão de conhecimentos, onde serão integrados aulas, laboratórios, bibliotecas e eventos, assim como outros ambientes colaborativos de trabalho. A Rede de Experimentação Remota - RexNet se desenvolve como um projeto de pesquisa, desenvolvimento e inovação de alcance internacional. São abordados aspectos pedagógicos da aplicação de software e hardware par experimentação remota e simulação a serem utilizados na construção de ambientes virtuais de ensino-aprendizagem.

Segundo a teoria de Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando o estudante dá sentido ou estabelece relações entre os novos conceitos ou nova informação e os conceitos e conhecimentos existentes, ou com alguma experiência anterior. O material a ser aprendido deve ser relacionado de maneira substantiva e não literal, com a estrutura cognitiva de quem aprende.

A principal função de um modelo mental é a de permitir ao seu construtor explicar e fazer previsões a respeito do sistema físico representado. O “especialista” antes de escrever equações raciocina de forma qualitativa, ou seja, “imagina” a solução do problema, o qual realiza através de seu modelo mental. O estudante ao contrário, que ainda não tem completamente desenvolvido o modelo mental do fenômeno, não fica outra alternativa a não

ser abordar a solução mediante a aplicação direta das equações. Isto fundamenta a importância da realização de atividades de aprendizagem que promovam a análise qualitativa dos fenômenos com um suporte visual adequado, que motivem e promovam atividades colaborativas.

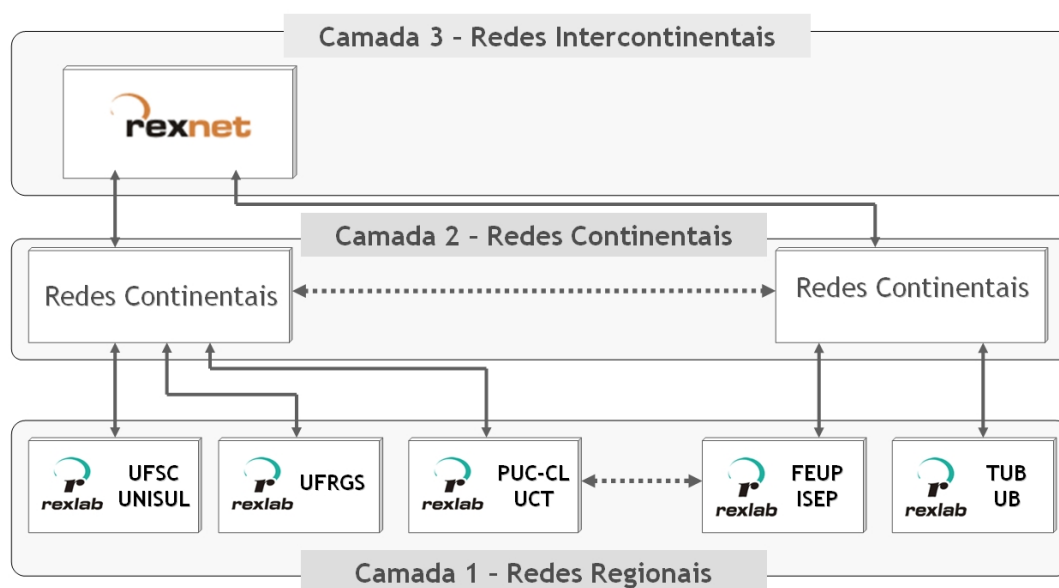


Figura 36: Rede de colaboração de laboratórios remotos

A tarefa que se deve propor ao estudante leva a comparação de variantes, interpretar os resultados e distintos refinamentos da discretização. A análise gráfica é de caráter qualitativo. O guia de trabalho é elaborado basendo-se em uma metodologia construtivista. O trabalho se avalia de forma qualitativa e quantitativa. Por exemplo, o modelo mental de um determinado fenômeno se forma a partir do estudo teórico, da experimentação e da resolução de problemas físicos. A utilização deste modelo de experimentação pode servir então para por em conflito o modelo mental limitado e inadequado para a análise de problemas, com o comportamento mesmo do sistema e possibilitar assim uma ampliação do modelo mental e um enriquecimento conceitual. A possibilidade de imersão em ambientes tridimensionais, além de incorporar novos elementos motivadores, permite navegar em espaços tridimensionais onde experimenta e interatua com objetos do ambiente.

A presente tese propõe o projeto e implementação de laboratórios de experimentação remota, disponíveis para acesso na Internet, que se orientam ao trabalho colaborativo e proporcionem a geração, experimentação e descobrimento de conhecimentos levando em conta heterogêneas disponibilidades atuais dos integrantes da RExNet. A experimentação remota poderá ser usada preferentemente quando o experimento real é difícil de observar por razões de tempo, seja perigoso ou por ser muito caro financeiramente. O objetivo principal é utilizar ambientes didáticos informáticos que permitam um ensino-aprendizagem que potencialize o processo de aprender investigando e melhorando o conhecimento e a compreensão dos conceitos básicos em Ciência e Tecnologia com uma especial ênfase nas abordagens intuitivas e qualitativas e auxiliando a compreensão e a introdução de conceitos abstratos. (SHEN, 1999)

7.7. Resumo do capítulo

Atualmente, a Internet tem demonstrado ser uma ferramenta de valor inestimável na educação, os computadores com possibilidade de conectividade à Internet tem facilitado o intercâmbio de informação nas instituições como IES e nas casas das pessoas. Não somente a quantidade de informação disponível aumentou como também as formas de acessá-la com as diversas tecnologias disponíveis. Especificamente, a capacidade de acessar grandes quantidades de informação em tempo real, melhorou significativamente, estes desenvolvimentos têm estimulado aos educadores a incorporar aplicações baseadas na Internet como uma ferramenta de aprendizagem. Por outro lado, a evolução e os altos custos de implantação de laboratórios experimentais dificultam a oferta de cursos em algumas áreas, na modalidade EAD ou presenciais, pois se torna difícil dispor de um conjunto completo de bancadas de trabalho, atualizadas, para todos os estudantes. A criação de bancadas de trabalho em laboratórios de experimentação remota, conectados em rede torna-se atraente e conveniente a partir da implantação de um sistema geograficamente distribuído.

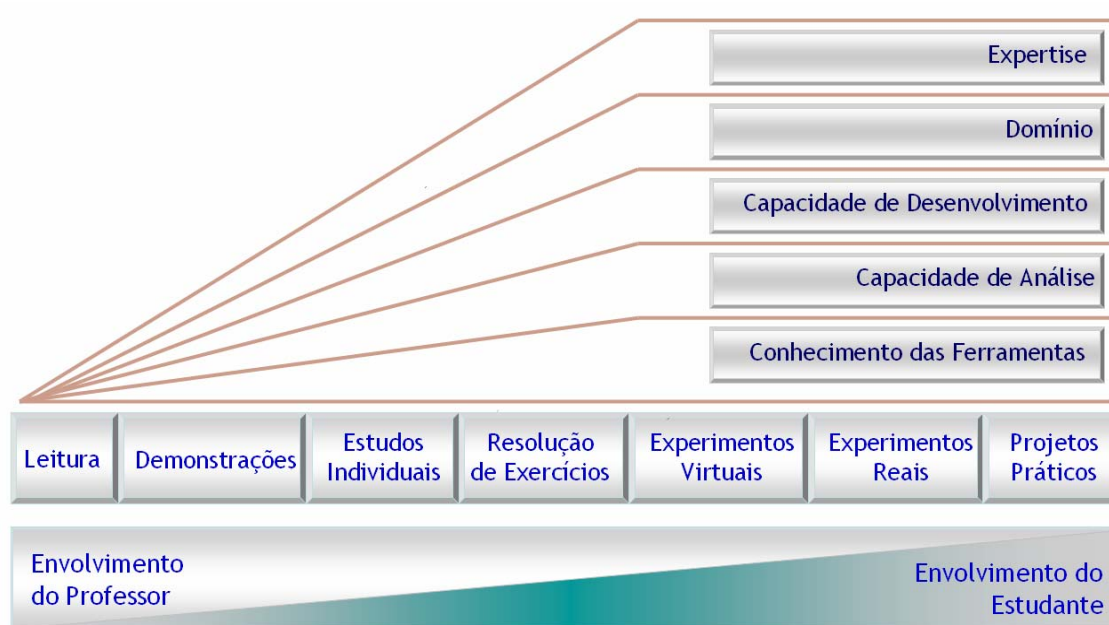


Figura 37: Evolução da aprendizagem e a tecnologia educacional³⁵

Os crescentes desenvolvimentos das tecnologias de instrumentos virtuais, de medição remota, sistemas distribuídos e ambientes educacionais interativos permitirão mudar a abordagem tradicional de ensino, disponibilizando a experimentação prática em qualquer nível educacional. A experimentação prática tem uma grande importância na educação para entender melhor o uso de novas e complexas tecnologias e especialmente porque se torna difícil de capturar e formalizar o comportamento de sistema a partir de uma simples descrição matemática. Não se espera que laboratórios remotos substituam os instrumentos reais, mas podem constituir-se em uma ferramenta didática auxiliar poderosa para o estudante ajudando-o a se familiarizar com os instrumentos e seus controles e operações ambos na classe e remotamente.

Este documento apresenta a RExNet, um ambiente colaborativo e de compartilhamento de recursos para a experimentação remota, que procura vincular a educação com a tecnologia procurando ampliar as oportunidades

³⁵ Adaptado do artigo "Online Laboratories and Interactive Simulations in ALNs" de Haniph A Latchman, e Denis Gillet. Disponível em: www.sloan-c.org/conference/proceedings/2002/

para transformar e melhorar processos de ensino e aprendizagem. Muitas áreas de ensino requerem laboratórios, porém a rapidez de mudança tecnológica e escassez de recursos dificultam que muitas instituições de ensino possam dispor destes. Assim surgem alguns questionamentos do tipo: como ministrar aos estudantes experiências significativas e atualizadas com recursos limitados? Pois, o alto custo dos equipamentos continua sendo uma limitação, especialmente nos países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos. Uma solução para este problema é compartilhar laboratórios localizados em pontos geograficamente diferentes, que possam ser acessados pela Internet, que proporcionem técnicas de ensino e aprendizagem baseadas em computadores pessoais, nos quais se possam substituir os equipamentos convencionais por computadores, instrumentos virtuais e sistemas de aquisição de dados, que permitam aos estudantes fazer aquisição, processamento e controle de sinais físicos em tempo real a custos menores.

8.0. SITUAÇÃO EXPERIMENTAL PESQUISADA

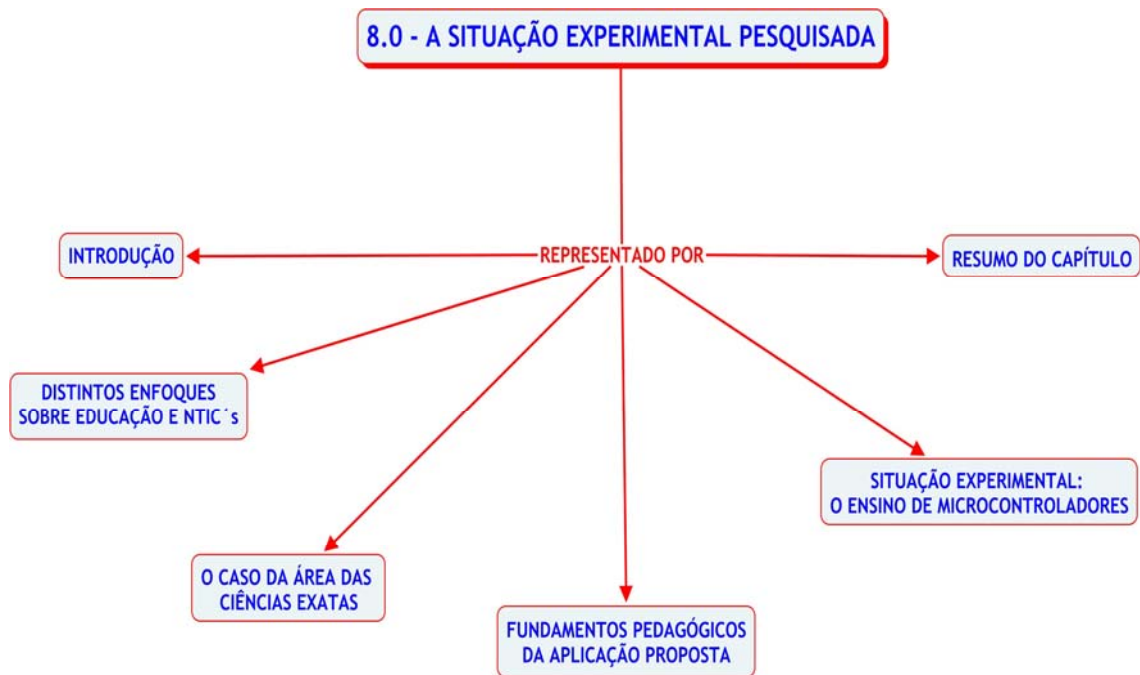


Figura 38: Mapa conceitual do capítulo 8

8.1. Introdução

Atualmente percebe-se grande interesse em implementar e disponibilizar uma grande variedade de disciplinas na modalidade de ensino EAD. No caso das disciplinas nas áreas das ciências naturais e tecnológicas, tratando-se de ciência experimental, a situação é singular, pois os experimentos de laboratório, com manipulação dos sistemas, observação direta dos fenômenos e medições de diversas magnitudes, são de fundamental importância para o ensino. Caso contrário corre-se o risco de adquirir uma noção distorcida da própria disciplina, como uma representação parcializada e incompleta do complexo mundo físico que resultam sempre subordinados aos fenômenos reais. Em síntese o ensino das disciplinas das áreas das ciências naturais e tecnológicas requer uma forte vinculação entre teoria e prática, a qual impõe a necessidade de uma modalidade centralmente presencial, a qual deve adaptar

os aportes das NTICs.

8.2. A experiência em nosso âmbito de trabalho

No Laboratório de Experimentação Remota – RExLab, da Universidade Federal de Santa Catarina, se está pesquisando e implementando já faz vários anos a aplicação das NTICs no ensino com a perspectiva de incorporar atividades experimentais em forma remota e para instâncias complementares a distancia. As experiências estão sendo realizadas em atividades práticas, nas quais se tem incorporado sistemas de aquisição de dados experimentais com processamento on-line. Na área de Circuitos Digitais são utilizados dispositivos microcontrolados onde os estudantes podem gravar e testar as aplicações desenvolvidas e acionar outros dispositivos elétricos, tais como displays, relés, motores, ventiladores, lâmpadas. O propósito deste experimento é disponibilizar um modelo didático orientado a promover o raciocínio qualitativo, a conceitualização dos fenômenos e a criatividade reforçando os conhecimentos teóricos e estimulando-os a encontrar respostas.

Este tipo de atividade irá ajuda-los a incorporar esta poderosa ferramenta cognitiva na suas tarefas normal de aprendizagem. Ao projetar a aplicação da experimentação remota na realização de trabalhos práticos, particularmente para o estudo de microcontroladores, vinculando-a a outras de caráter presencial, amplia-se às possibilidades de acesso dos alunos em forma pessoal aos experimentos, desde suas casas ou através de computadores nos laboratórios de informática de suas instituições de ensino.

8.3. Ambiente misto de aprendizagem

O que chamamos aqui de ambiente misto de aprendizagem é o modelo de aprendizagem que combina o ensino presencial com a tecnologia não presencial: “which combines face-to-face and virtual teaching” (COATEN, 2003; MARSH, 2003). Também conhecido como aprendizagem combinada ou “blended learning” (ou simplesmente b-learning) é um modelo de

aprendizagem que procura estimular o estudante a desenvolver habilidades, trabalhar em equipe compartilhando e elaborando informação e aplicar informação para a elaboração de nova informação, etc. A chave da mudança metodológica não está na aprendizagem mais sim no aprender de modo distinto ou diferente, e isto influi no modo em como se constrói o conhecimento. Normalmente são associadas duas abordagens ao b-Learning:

- Complemento à formação presencial: Por vezes, o conceito de b-Learning, é utilizado para designar o complemento às aulas presenciais. Nesta abordagem o aluno, entre outras actividades, pode acessar (à distância) aos conteúdos, comunicar-se com os colegas e com os docentes, participar em discussões e actividades de aprendizagem, recuperar e consolidar conhecimentos. No entanto estas actividades não substituem as aulas presenciais;
- Minimização da componente presencial: Nesta perspectiva, é mantida a componente presencial apenas em algumas fases da formação definidas estrategicamente. Normalmente são planejadas sessões presenciais no início e no fim das ações e entre os diferentes módulos que compõem as actividades. Todos os outros eventos formativos são realizados à distância, com a previsão de tempos para auto-estudo, sessões síncronas (chat), testes de auto-avaliação, desenvolvimento de trabalhos e outras actividades de aprendizagem.

Neste projeto foi adotada a primeira abordagem onde se pretendeu utilizar a experimentação remota como complemento a formação presencial. A escolha recaiu sobre esta abordagem por se apresentar a mais adequada ao perfil da disciplina escolhida que é oferecida na grade curricular como 100% presencial.

8.4. A “situação experimental pesquisada”

Denominamos “situação experimental pesquisada” o monitoramento e análise dos resultados das actividades realizadas pelas turmas da disciplina Arquitetura de Microcontroladores, do Curso de Ciência da Computação, da UNISUL,

Unidade de Içara nos semestres letivos 2006-1 e 2006-2 (denominadas turma A e B, a partir deste ponto).

8.4.1. Perfil dos intervenientes

Nesta seção são descritos brevemente os perfis dos intervenientes diretos no processo e cuja análise permitiu desenvolver a metodologia proposta que visa criar condições para que os estudantes possam desenvolver um maior grau de envolvimento com o curso, num processo de ensino/aprendizagem flexível, mas intensivo e participativo e que simultaneamente garante o cumprimento dos objetivos pedagógicos definidos para a disciplina.

Esta iniciativa devido ao fato do autor em sua atividade docente na disciplina em questão e correlatas ter sido sensibilizado para a necessidade de desenvolver um esforço adicional na preparação de conteúdos pedagogicamente orientados para o auto-estudo e também de contar com uma plataforma que desse suporte ao ensino presencial. Ao nível da interação com os alunos não foi necessário proceder a qualquer alteração uma vez que todo o material didático já estava sendo disponibilizado eletronicamente no CMS utilizado na disciplina (a saber o Portal do RExLab) fato este que permite aos alunos o contacto contínuo com o docente.

O ambiente disponibilizado facilitou a implementação da metodologia uma vez que minimizou a necessidade busca e implementação de ferramentas de interação para dar suporte ao projeto. No entanto, os conteúdos disponibilizados tiveram de ser reconstruídos para dar suporte às aulas e também conteúdos específicos orientados para auto-estudo, testes de auto-avaliação, exercícios e outras atividades de aprendizagem adequadas à metodologia proposta.

O grupo de estudantes que participou do projeto, como foi referido foram aqueles que freqüentam a disciplina de Arquitetura de Microcontroladores que

freqüentam o Curso de Ciência da Computação, em horário noturno, nos semestres letivos 2006-1 e 2006-2. Pode se dizer que, no geral, os alunos deste curso têm computador em casa, ou têm facilidade de acesso a computadores, com acesso à Internet e não apresentam problemas de acesso ao meio.

Tabela 4: Acesso a Internet

Tipo	Turma B			Turma A		
	TT	CA	% CA	TT	CA	% CA
Acesso Residencial	13	8	61,5%	16	10	62,5%
Acesso Empresa	13	9	69,2%	16	9	56,3%
Acesso Universidade	13	13	100,0%	16	16	100,0%
Médias	13,00	10,00	76,9%	16,00	11,67	72,9%

8.4.2. Objetivos

Com base no perfil dos intervenientes se optou pelo desenvolvimento da metodologia adotando a abordagem de b-Learning definida anteriormente. Por acreditar que existiam as condições necessárias para assegurar a qualidade do projeto e para garantir que os alunos não teriam dificuldades de acesso aos conteúdos, às ferramentas e às atividades disponibilizadas. Como este projeto surgiu da necessidade de validação do assunto central e subjacentes desta tese foram definidos os seguintes objetivos:

- Avaliar a aceitação, o grau de satisfação e o sucesso dos alunos nesta metodologia;
- Obter informações que permitissem avaliar a viabilidade de aplicar esta metodologia a outras disciplinas e cursos;
- Avaliar a aplicação da metodologia em um modelo de aprendizagem à distância em disciplinas essencialmente técnicas em um curso da área tecnológica, onde a componente prática é predominante;
- Analisar resultados para definir a estratégia mais adequada ao perfil dos alunos e das disciplinas.

A estratégia adotada para atingir os objetivos baseou-se nas orientações e objetivos pedagógicos da disciplina e na adequação destes ao perfil dos alunos, encarando a componente tecnológica apenas como suporte ao processo de ensino/aprendizagem.

8.4.3. Modelo escolhido e metodologia aplicada

Como foi referido anteriormente a modalidade de e-Learning adotada para este projeto foi a abordagem Blended-Learning onde se prevê o b-Learning não como um complemento à atividade letiva no formato presencial, porém como um modelo caracterizado por “Blended” este significou a “mistura” de auto-estudo, com sessões síncronas, com aulas presenciais e trabalhos em grupos.

Mesmo considerando que a disciplina foi ministrada durante os dois semestres letivos atribuiu aos estudantes tarefas similares, deve-se levar em conta que utilizou diferentes metodologias de aplicação (vide tabela 5).

Tabela 5: Atividades por turma

DESCRIÇÃO	TURMAS	
	A	B
HORA/AULA SEMESTRE	60	60
AULAS EXPOSITIVAS	30	30
AULAS PRÁTICAS/LAB.	30	30
ACESSO E.REMOTA	NÃO	SIM
ACESSO MAT. APOIO	SIM	SIM

Ao emprendermos uma forma expositiva de ensinar (um sistema síncrono e passivo de ensino) trazemos atreladas a ela duas suposições, a primeira que os estudantes aprendem escutando o docente, e a segunda que todos os estudantes aprendem no ritmo que o docente ensina. Sabemos que estas suposições infelizmente não se confirmam. Durante as aulas expositivas o docente determina um intervalo de tempo para ministrar cada tópico, definido por sua experiência e pela exigência de “cobrir” o programa definido para o

curso. Quando o docente conclui o tópico devido aos diferentes ritmos de aprendizagem dos alunos temos a seguinte situação:

- Os alunos que têm ritmo de aprendizagem rápido aprendem satisfatoriamente o tópico ensinado e estarão em condições de recordá-lo para a continuação de suas atividades (em nosso caso a atividade prática).
- Os alunos que têm ritmo de aprendizagem mais lento ainda estarão tratando de assimilar o conteúdo ministrado e com dificuldades para internalizar os conhecimentos. Este “déficit” de aprendizagem é um problema cumulativo.

Para a situação pesquisada a Turma A teve a sua disposição o mesmo tempo determinado de aulas expositivas que a Turma B e contou com o mesmo material de apoio (resumos, apostilas e etc...), porém, não teve a sua disposição a Experimentação Remota.

Mesmo que se tenha arbitrado para as duas turmas carga horária similar para as atividades práticas as turmas se comportaram de maneiras diferentes:

- A Turma A utilizou o tempo disponível (30h/a) para implementação das atividades práticas determinadas.
- A Turma B utilizou as 30 h/a para aulas de reforço, testes e outras atividades para complemento uma vez que realizaram as praticas remotamente.

A proposição para as turmas A e B objetivou ofertar para a Turma A um modelo convencional e para a Turma B um modelo que procurasse se adaptar a necessidade e as características de aprendizagem de cada estudante procurando desta forma tratar cada estudante individualmente e a partir disso:

- Pudessem gerar o um plano de estudos adaptado a suas necessidades;
- Estabelecer o ritmo de estudos adaptado a sua capacidade de aprendizagem e tempo disponível;

- Reduzir os possíveis obstáculos espaço-temporal e avaliar o seu interesse por atividades extra-classe possibilitando a realização de atividades que cruzassem as fronteiras da sala de aulas.

Vimos nos capítulos anteriores que a pesquisa cognitiva, e mais especificamente, o construtivismo e as tendências denominadas “aprendizagem cognitiva” (*cognitive apprenticeship*) e “comunidades de aprendizagem” colocam a ênfase na construção do conhecimento pelos estudantes, partindo da busca de informação, da experimentação e da realização individual ou coletiva de projetos. Ao propor a distribuição horária da tabela 5, pensou-se em proporcionar à Turma B a possibilidade acima descrita, ou seja, colocando a disposição desta turma o acréscimo de uma modalidade de aprendizagem ativa e assíncrona.

8.5. Ensino de microcontroladores remotamente

A partir de tecnologias convencionais (HTML, Java etc.), é possível visualizar e controlar nossos experimentos remotos de qualquer parte do mundo. Em nosso laboratório de experimentação remota (ver protótipo em figura 39) o dispositivo controlado pode ser visualizado através de Webcam e o movimento da câmera poderá ser controlado via Internet procurando dar transparência ao experimento.

Quando utiliza um laboratório de acesso remoto ao experimento o estudante sente uma separação ou distanciamento do hardware, porém este grau de separação depende de dois fatores. O primeiro deles é a transparência da interface e o segundo é o modo em si mesmo, ou seja, como a ausência do hardware na frente do estudante poderá mudar a natureza da experiência. A interação entre estes dois fatores não é simplesmente uma questão de compensação. Uma interface transparente faz com que o laboratório on-line seja mais do que simplesmente o equivalente remoto de um laboratório convencional, existe vantagens na separação induzida pelo modo remoto.

A separação entre os estudantes e o hardware estimula a reflexão dos estudantes, pois, ao não dispor do hardware fisicamente em sua frente eles procuram concentrar-se mais no experimento e na teoria. Segundo os estudantes envolvidos no projeto o laboratório de acesso remoto possibilitou-lhes a oportunidade de reforçar seu conhecimento teórico.



Figura 39: Ambiente para ensino de microcontroladores

As informações necessárias a respeito das experiências remotas realizadas (conteúdos teóricos, manual de usuário, etc.) são fornecidas em páginas Web e outros recursos multimídia usando o Moodle (ver figura 40).

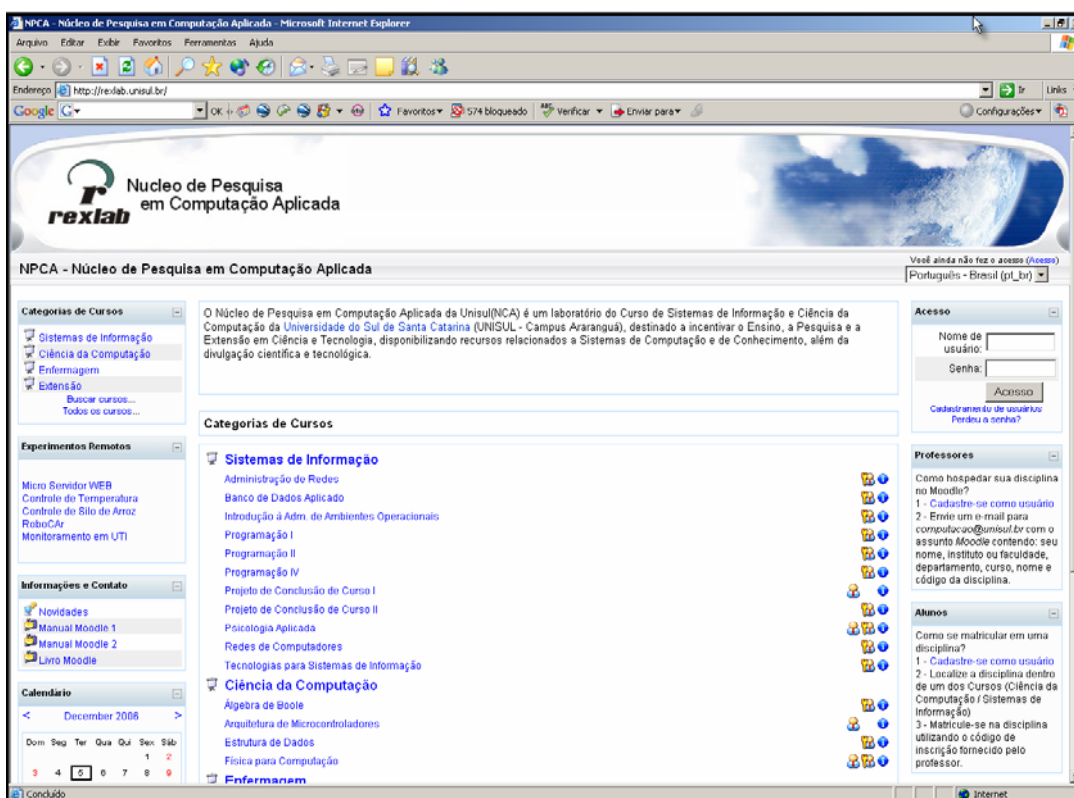


Figura 40: Ambiente com o Moodle

8.5.1. O experimento

A turma A era composta de 16 alunos e a turma B de 13. Para a turma A foram oferecidos recursos tais como: conteúdos teóricos, testes, chats, programas de simulação todos disponíveis no ambiente virtual utilizado (Moodle). A turma B contou com os mesmos recursos, porém, contou com os experimentos remotos on-line com os mesmos dispositivos utilizados no laboratório presencial para práticas. Cabe salientar que as duas turmas contaram com o laboratório para práticas presenciais. Durante o semestre letivo foram disponibilizadas e monitoradas sete experiências individuais para os alunos da turma B, que foram as mesmas experiências utilizadas nas aulas presenciais. Os temas tratados foram todos referentes às implementações utilizados os microcontroladores disponíveis para as aulas práticas no laboratório presencial.

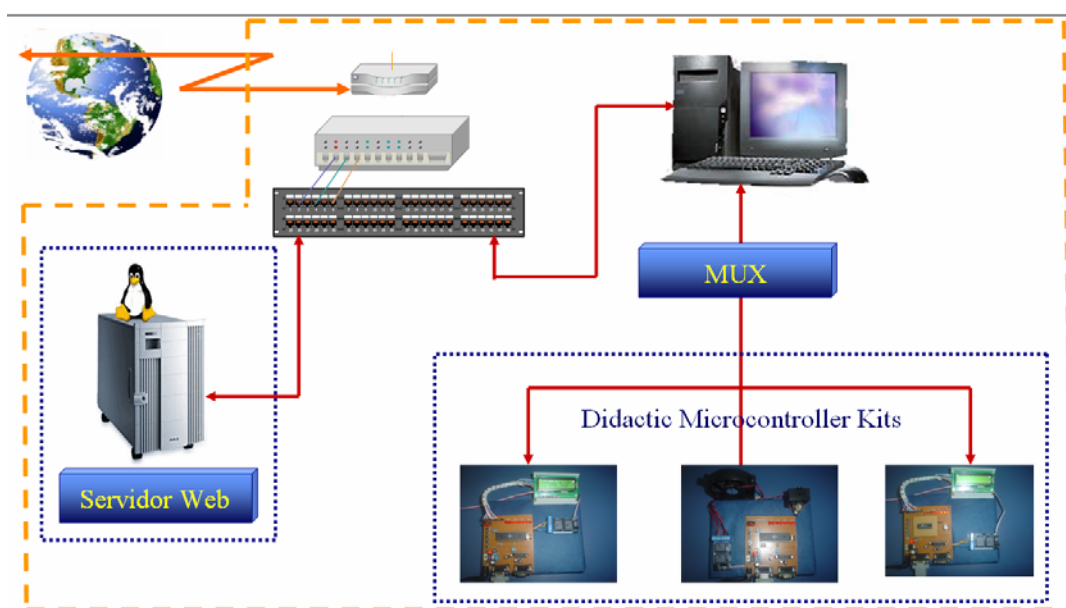


Figura 41: Ambiente para ensino de microcontroladores

8.5.2. A avaliação

O processo de avaliação que acompanhou as atividades de ensino/aprendizagem no ambiente para praticas com microcontroladores buscou avaliar a aprendizagem colaborativa proporcionada pelo ambiente. A avaliação no que diz respeito a interatividade dos alunos com o ambiente oferecido e o efeito da aprendizagem (aquisição do conhecimento, transferência do conhecimento, mudanças no comportamento e incremento da motivação) e a conseqüente contribuição dos mesmos para a resolução das atividades e o conhecimento construído a partir desse contexto. Tomou-se como base para o processo avaliativo a articulação com os princípios teóricos estilo de Kirkpatrick (1994), no que diz respeito aos tipos de avaliação e níveis de avaliação, respectivamente. O provimento das informações e os registros foram oriundos de atividades como auto-avaliações, fóruns, Chat's, análise das soluções propostas e um projeto final. Todas estas informações e atividades tiveram suporte no Moodle que foi o ambiente de trabalho utilizado.

Na intenção de desenvolver uma prática avaliativa que viesse a proporcionar as informações necessárias sobre o desempenho dos alunos fundamentamos esta

seção nas concepções difundidas por Kirkpatrick (1994) que apresenta a avaliação em quatro³⁶ níveis:

Nível 1	Reação/Satisfação	Avalia se os participantes gostaram do treinamento
Nível 2	Aprendizagem	Observa o conhecimento adquirido pelos participantes ao final do treinamento, ou seja, o que eles sabem a mais em relação ao que não sabiam antes
Nível 3	Mudança de Comportamento	Avalia o que há de diferente no comportamento dos participantes após o treinamento
Nível 4	Resultados	Avalia o impacto gerado na organização a partir da realização do treinamento

Quadro 13: Escala dos níveis de avaliação de Kirkpatrick

Para fins de avaliação foram identificados dois cenários:

- Cenário 1: onde estava inserida a Turma A, ou seja, o cenário convencional onde os alunos tiveram aulas expositivas (30 h semestrais) e utilizaram o laboratório presencial em seu período de aulas (30h semestrais), o professor, os alunos e o objeto de estudo (neste caso a implementação a ser feita) todos na mesma sala de aulas. O material de apoio para a disciplina foi disponibilizado no LMS utilizado no caso o Moodle.
- Cenário 2: Onde foi trabalhada a Turma B contou com todos os recursos do Cenário 1 e teve agregado a si as facilidades da experimentação remota onde os alunos puderam dispor dos mesmos experimentos trabalhados nas aulas presenciais de forma remota, ou seja, sem restrições de tempo e local.

Baseando-se nos níveis da abordagem de Kirkpatrick³⁷, nossa avaliação baseou-se nas seguintes perguntas centrais para a avaliação nestes níveis, que são:

³⁶ Um quinto nível tem sido agregado atualmente para o retorno do investimento ou “return on investment” (“ROI”), porém este não consta no modelo original de Kirkpatrick.

- Como os alunos reagiram à utilização dos recursos disponibilizados on-line?
- Qual foi a curva de aprendizagem?
- Pode ser transferida a aprendizagem para o trabalho ou a outras atividades?

Primeira pergunta: Como os alunos reagiram à utilização dos recursos disponibilizados on-line?

Percebe-se observando a tabela 6 que os alunos da Turma A apresentam interesse bem inferior na utilização dos recursos (92,2% da totalidade dos recursos). Pode-se perceber que 25% dos alunos sequer efetuaram a sua habilitação para utilizar os recursos. Por outro lado os alunos da Turma B foram mais efetivos e quando indagados sobre este interesse foram unânimes em apontar que a existência dos experimentos on-line foi fator determinante para tal.

Tabela 6: utilização dos recursos disponibilizados

DESCRIÇÃO	TURMA A	TURMA B	Δ %
ALUNOS	16	13	-18,8%
INSCRIÇÃO NO AMBIENTE	12	13	8,3%
DOWNLOAD MATERIAL	180	260	44,4%
PARTICIPAÇÃO CHAT´S	100	180	80,0%
QUESTIONÁRIOS ON-LINE	80	130	62,5%
E-MAILS RECEBIDOS	320	520	62,5%
ACESSOS AO AMBIENTE	220	650	195,5%

Segunda pergunta: Qual foi a curva de aprendizagem?

Foram atribuídas sete atividades idênticas para as turmas que abordaram conteúdos referentes as aulas expositivas e práticas em laboratório. A descrição das atividades é feita a seguir:

³⁷ Donald Kirkpatrick: Ex.presidente da ASTD – EUA. Doutor pela Universidade Wisconsin. Escreveu em 1959 quatro artigos intitulados “Techniques for Evaluating Training Programs”, publicados no jornal T&D da ASTD.

- 1 Referente à utilização básica de pinos de I/O dos microcontroladores ATMEL ATmega8515 e ATtiny2313:
 - a) Escrever código e implementar o acionamento de LED's nas portas do microcontrolador.
 - b) Similar ao anterior, porém efetuar o acionamento de um LED através do acionamento de uma chave.
- 2 Similar ao anterior, porém utilizando varias entradas e várias saídas:
 - a) Acionamento de 4 chaves e 4 LED's.
 - b) Implementar "seqüencial" com LED's.
- 3 Implementação de contador up/down com display 7-seg utilizando interrupções.
- 4 Utilização de display LCD. Escrever código para controle e escrever mensagens no LCD.
- 5 Implementar aplicação para controlar um ventilador de 12VCC e uma lâmpada de 12 VCC utilizando os kit's didáticos.

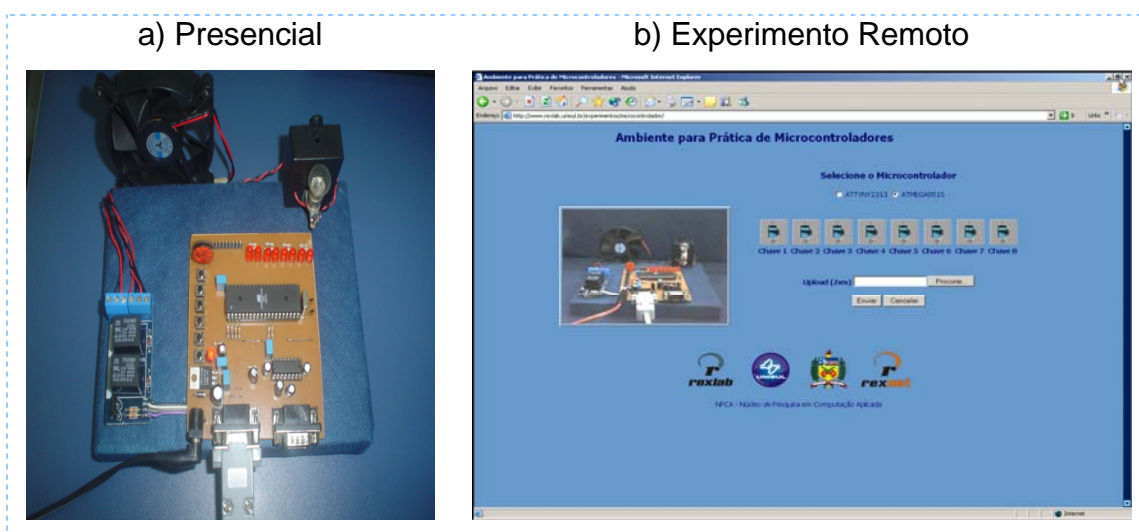


Figura 42: Implementações local e remota

A tabela 7 apresenta dados referentes ao desempenho das duas turmas as informações abaixo são referentes às atividades monitoradas realizadas. Para um melhor entendimento da tabela abaixo são descritos abaixo alguns termos utilizados:

- CL refere-se às atividades concluídas no período determinado;
- NC refere-se às atividades não concluídas;

- %CL percentual das atividades concluídas no período especificado para sua execução.

Tabela 7: turma

Atividade	Turma B			Turma A		
	CL	NC	% CL	CL	NC	% CL
1a	8	5	61,5%	7	9	43,8%
1b	6	7	46,2%	9	7	56,3%
2a	7	5	53,8%	6	10	37,5%
2b	8	5	61,5%	7	9	43,8%
3.	8	4	61,5%	5	11	31,3%
4.	6	9	46,2%	4	12	25,0%
5.	10	3	76,9%	7	9	43,8%
Médias	7,57	5,43	58,2%	6,43	9,57	40,2%

Pode-se perceber na tabela que os alunos da Turma B, ou seja, da turma que utilizou a experimentação remota para apoio às suas atividades foram mais efetivos. Os alunos da Turma B conseguiram em média 58,2% concluir as tarefas no tempo determinado contra 40,2% dos alunos da Turma A. Também se percebe que nas tarefas mais complexas (atividades nº 3, 4 e 5) o desempenho dos alunos da Turma A (média de 33,3% para as três atividades) foi muito inferior aos alunos da Turma B (média de 61,5% para as três atividades).

A experimentação remota para a prática de microcontroladores representou um “plus” agregando qualidade, motivação e resultou em uma curva mais acentuada de aprendizagem da Turma B.

Terceira pergunta: Pode ser transferida a aprendizagem para o trabalho ou a outras atividades?

Foi solicitado um trabalho final para a disciplina que poderia se constituir de uma implementação física a ser desenvolvida em duplas ou individualmente ou uma trabalho de pesquisa para apresentar um seminário em sala de aula.

Tabela 7: Relação de trabalho final da disciplina

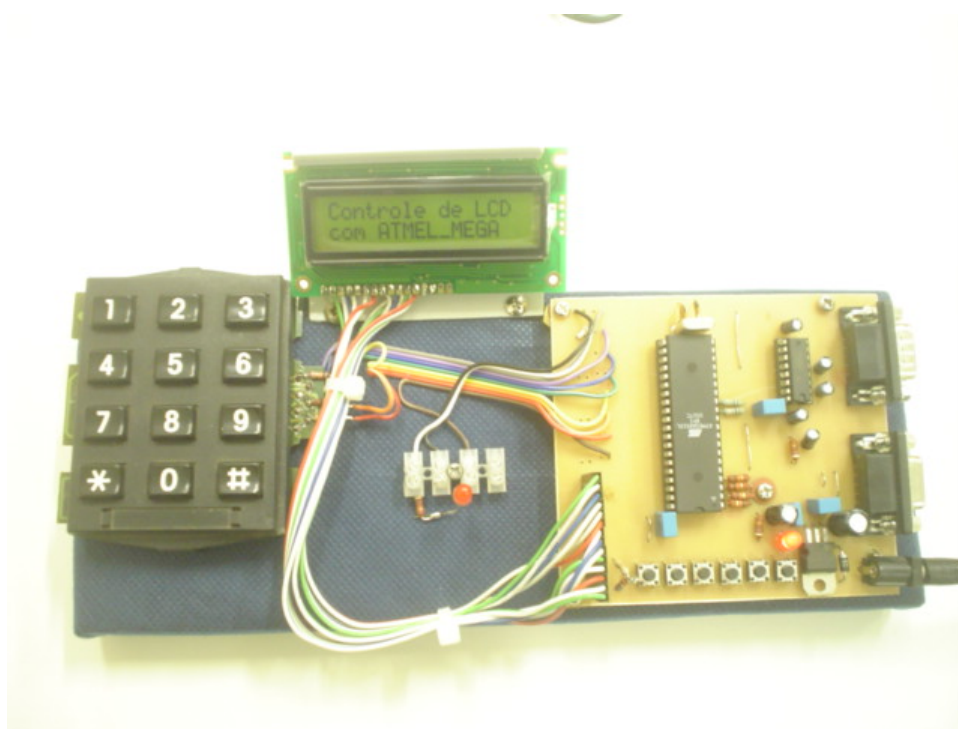
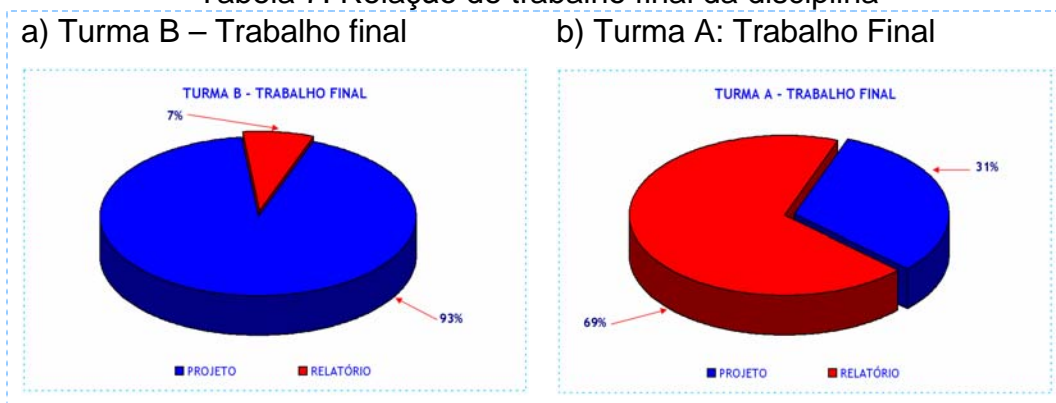


Figura 43: Trabalho Final de aluno da Turma A

8.6. Considerações Finais

Neste capítulo foi tratada a execução de experimentos com microcontroladores em laboratório on-line utilizando a Internet. Este laboratório de experimentação remota on-line é utilizado para apoio nas disciplinas do curso de curso de Ciência da Computação da Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL, na Unidade Içara. Apesar da pequena base de dados a avaliação efetuada mostra qual a experimentação remota pode produzir efeitos benéficos e

influenciar os da aprendizagem. Foram pesquisados dois cenários (um deles a turma contou com apoio da experimentação remota e outro não). Pode-se perceber que na Turma B, a que na dispôs do recurso on-line, quase todos os estudantes aceitaram os experimentos remotos e compreenderam as diversas vantagens proporcionadas pelo ambiente. O fator que mais impressionou na turma foi a motivação para realização das atividades além da considerável melhora no “espírito de grupo” e colaboração.

De forma geral o projeto foi muito positivo, evidenciando fatores que motivam a continuidade de implementação da metodologia e a expansão da mesma para outras disciplinas e/ou cursos. A modalidade adotada Blended-Learning revelou-se adequada ao ambiente disponível, ao perfil dos alunos e aos objetivos da disciplina.

9.0. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões do trabalho. Também se busca dar respostas às questões em estudo e analisar a tese proposta em face dos resultados obtidos no estudo, além de criar algumas reflexões sobre a área de conhecimento abordada, em termos tecnológicos e pedagógicos. E finalmente procurar apresentar os possíveis caminhos de desenvolvimento para dar seqüência a este trabalho.

O desenvolvimento de uma tese de doutoramento é um processo complexo e trabalhoso que envolve a análise, desenvolvimento e avaliação de um determinado problema e quando o trabalho desenvolvido invade diversas áreas de conhecimento torna-se mais complexo e exige muito mais trabalho do pesquisador.

Alguns fatores foram decisivos para o desenvolvimento do trabalho apresentado e dentre estes podem ser destacados:

- A grande contribuição dos pesquisadores da RexNet através da dos diversos aportes, consultas técnicas da disponibilização de material bibliográfico, bem como das atividades realizadas que coincidiram com o período de realização deste trabalho de doutoramento. A participação em eventos promovidos e produção científica ao longo do projeto RexNet contribuíram inevitavelmente para a redução do tempo de elaboração deste trabalho, além de auxiliar na construção de uma base de conhecimento suficientemente sólida de forma a permitir prosseguir com o trabalho de forma organizada e orientada.
- A formação técnica anterior ao início do trabalho, aliada a atuação do autor como docente e pesquisador na área permitiram encarar a questão do desenvolvimento do protótipo, uma vez que existia já conhecimento de metodologias e ferramentas de criação de aplicações, nomeadamente

linguagens de programação, sistemas digitais, microcontroladores e ambientes de desenvolvimento.

- O apoio logístico e material recebido de forma inequívoca da Universidade do Sul de Santa Catarina e RExLAB-UFSC que permitiu evitar contratempos relacionados com suporte técnico.

A proposta inserida nesta tese é a de apresentar uma metodologia de utilização da experimentação remota com fins pedagógicos a partir do momento que argumenta que os alunos quando confrontados com ambientes de experimentação remota e a conseqüente exploração deste recurso em suas potencialidades, serão capazes de adequar os seus processos de aprendizagem de forma a rentabilizar as possibilidades que lhe são oferecidas favorecendo assim a sua aprendizagem. Também foi possível apresentá-la como uma proposta para integração e convergência para os modelos de ensino presencial e a distância, pois entendemos que a metodologia proposta se aplica perfeitamente aos modelos usuais de ensino e ao b-learning, atuando como fator de “virtualização” de modelos presenciais, pois propõe a integração das NTIC como elemento fundamental para flexibilização curricular e apresenta traços que podem caracterizar a “presencialização” de ambientes virtuais que após passar pelo “boom” da formação 100% virtual percebeu a necessidade de devolver ao “contato social” o protagonismo perdido.

Com relação aos objetivos propostos inicialmente para esta tese concluímos que a metodologia empregada se mostrou adequada, pois buscou integrar o ensino, a aprendizagem e a comunicação, utilizando a experimentação remota como ferramenta tecnológica de fácil manuseio e utilizando práticas colaborativas. Cabe salientar em que pese esta tese tenha focado mais os ambientes colaborativos de aprendizagem, a metodologia apresentada mostrou-se perfeitamente aplicável a outros tipos de cenários, como a aprendizagem individual, por exemplo. Ao virtualizar, em parte, a disciplina de Arquitetura de Microcontroladores e desta forma confirmando a aplicabilidade da metodologia em modelos de b-learning a partir da abordagem de

“complemento a formação presencial” ou de “minimização da componente presencial”.

Também cabe destacar que a metodologia implementada proporcionou um ambiente de trabalho flexível para o processo de ensino/aprendizagem incrementando novas possibilidades de desenvolvimento e melhor compreensão dos conteúdos por parte dos estudantes e se pôde perceber que ferramentas tecnológicas aplicadas além de reduzirem as distâncias geográficas e temporais também são pedagogicamente mais efetivas.

A análise sobre a revisão bibliográfica permitiu evidenciar virtudes e dificuldades do ensino presencial e do ensino a distância. Virtudes como a socialização, normas tácitas compartilhadas e comunicação facilitada, entre outras. E evidenciou dificuldades tais como a verticalização do conhecimento, linearidade, formação e proliferação de alunos valorizados pela habilidade de memorização e falta de sincronia com aplicações reais.

É inegável que os avanços das NTIC incrementam consideravelmente a disponibilidade dos recursos computacionais e reforçam o argumento que usar a tecnologia para apoio ao trabalho prático colaborativo deve ser encarado como parte vital de uma abordagem de ensino contemporânea. Com base na pesquisa apresentada podemos afirmar que a aprendizagem colaborativa on-line mostra-se adequada e satisfatória para integração destas tecnologias em um ambiente de ensino/aprendizagem. A partir destas considerações e de forma complementar são apresentadas a seguir algumas conclusões particulares com a relação ao exposto:

- Se projetadas apropriadamente, as experiências de aprendizagem colaborativa utilizando a experimentação remota e outros recursos podem ser benéficas e motivadoras.
- Os meios de aprendizagem formam comunidades de prática que agregam valor principalmente no ensino das ciências exatas através de práticas que envolvem os laboratórios e que incluem também a colaboração e o uso de tecnologias de informação e de comunicação.

- A utilização da experimentação remota permite ilustrar princípios contidos em determinado tema e poderá ser utilizada para ilustrar ou reforçar os conceitos e as teorias ensinados em um curso ou disciplina, agindo desse modo como um instrumento que incentiva a reflexão;
- A utilização da experimentação remota em ambiente de aprendizagem colaborativa alia as vantagens das tecnologias e da necessidade para educar voltando-se à autonomia e reflexão dos alunos.
- A utilização de laboratórios remotos para experimentos, via Internet, tende a se configurar em uma nova cultura, com uma linguagem própria.
- As novas tecnologias da comunicação e informação minimizam certas barreiras, como as geográficas e temporais, porém fazem surgir outras distâncias e fronteiras, de ordem psicológica, como as distâncias perceptuais e comportamentais.
- As tecnologias são recursos e não soluções para a virtualidade.
- A aprendizagem autônoma e reflexiva esbarra nas dificuldades culturais dos alunos, que, habituados a serem conduzidos, não conseguem facilmente trabalhar sem a supervisão direta e correção a cada detalhe do trabalho realizado.
- As atividades desempenhadas nas disciplinas adequam-se em grande parte ao ambiente de trabalho virtual, através da utilização de ferramentas de comunicação síncrona e assíncrona e mecanismos de gerenciamento.
- Modelos de educação à distância devem aumentar os canais de comunicação e proporcionar meios facilitadores para a socialização, já que este fator foi considerado na pesquisa como o principal ponto em que o ambiente virtual deixa a desejar com relação ao presencial.

Trabalhos Futuros

Os resultados obtidos permitem propor trabalhos futuros, que complementem ou aprofundem temas abordados neste trabalho. Entre as propostas, citam-se:

- Ampliação e aplicação do modelo a outras disciplinas, cursos e IES, porém procurando manter a caracterização do público-alvo de forma que seja possível a comparação das avaliações.
- Implementação de experimentos remotos com suporte a modalidade “mobile learning”. Atualmente existe uma evidente tendência para a popularização de aparatos híbridos, que são por sua vez computadores de mão, telefones móveis, câmeras digitais, etc, e isso faz com que o M-learning possa configurar-se em uma excelente ferramenta para o ensino ao ser combinada com outros sistemas de ensino virtual ou presencial.
- Alterações do modelo de forma a incluir atividades cooperativas a serem realizadas através do ambiente, incluindo estudantes de outras IES, de forma que se possa avaliar aspectos da aprendizagem colaborativa.
- Implementar critérios de avaliação mais rigorosos para que se possa verificar a influência do modelo no sucesso ou insucesso dos estudantes.

O trabalho descrito nesta tese são os meios para um fim: o de apoiar o aprofundamento do conhecimento do assunto e conceitos por estudantes individuais. As manifestações de tal aprofundamento e compreensão incluem nível mais alto habilidades cognitivas, enquanto incluindo resolução de problemas e projetada habilidades.

REFERÊNCIAS

ADELL, J. **World Wide Web: Un Sistema Hipermedia Distribuido Para La Docencia Universitaria**. Disponível em: <http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/14.pdf> . Acesso em 05 ago. 2006.

AKATN, B.; BOHUS, C.A.; CROWL, L.A. and SHOR, M.H.: **Distance Learning Applied to Control Engineering Laboratories**. *IEEE Transactions on Education*, Vol. 39, No. 3, August 1996.

ALAMO, J.A. BROOKS, L. McLEAN, C. HARDISON, J. MISHURIS, G. CHAN V. and HUI, L. **The MIT Microelectronics WebLab: a Web-Enabled Remote Laboratory for Microelectronic Device Characterization. Networked Learning in a Global Environment**, Berlin. Alemanha, 2002.

ALAMO, J.A., **MIT Microelectronics Weblab**. 2006. Disponível em: <http://icampus.mit.edu/iLabs>. Acessado em jan. 2007.

ALMEIDA, P.; VIEIRA C.F.;BRITO P. L. **An Environment for Remote Control**. 1st International Workshop on elearning and Virtual and Remote Laboratories, VIRTUAL-LAB'2004, Setúbal. August 2004. Disponível em: <http://www2.uninova.pt/~virtuallab2004> . Acessado em jul. 2006.

ALVES, G. R.; FERREIRA, J. M.; MÜLLER, D.; HERBE, H.; HINE. N. ; ALVES, J. B. M.; PEREIRA, C. E.; Chiang, L.; HERRERA, Oriel; SUCAR, E. **Remote Experimentation Network - Yielding an Inter-University Peer-to-Peer e-Service**. 2005. Disponível em: http://arteclab.artec.uni-bremen.de/mueller/site/fileadmin/nouvo/downloads/papers/ETFA05_RexNet.pdf . Acesso em: 13 ago. 2006.

ANIDO L.;LLAMAS, M.; BENITEZ, M.J. **Internet-based Learning by Doing**, 2001.

AUSUBEL D., NOVAK J. e HANESIAN H.(1997). **Psicología educativa. Un punto de vista cognitivo**. Trillas. Décima impresión.

BARTOLOME, A; SANDALS, L. **Save the University. About Technology and Higher Education**. En Th. Ottman e I. Tomek (Ed.) (1998). *Educational Multimedia and Hypermedia annual, 1998*. AACE: Charlottesville (VA). pgs. 111-117. Disponível em: <http://www.lmi.ub.es/personal/bartolome/articuloshtml/em98/bartolome/index.html> . Acessado em 05 abr. 2006.

BARTOLOME, A. Universidades en la Red. ¿Universidad presencial o virtual? En *Crítica*, LII (num. 896) pp. 34-38. 2001. Disponível em: <http://www.lmi.ub.es/personal/bartolome/articuloshtml/bartolomeSPcritica02.pdf> Acesso em 30 de set. 2006.

BERNERS-LEE, T. **Weaving the Web. The Original Design and Ultimate Destine of the World Wide Web.** HarperSanFrancisco, setembro 1999.

BRENNAN, M. **Blended Learning and Business Change.** Chief Learning Officer Magazine. Janeiro de 2004. Disponível em: <http://www.clomedia.com/content/anmviewe r.asp?a=349> . Acessado em ago. 2006.

BRUFFEE, Kenneth. **Collaborative learning.** Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1999.

BUSTOS, A.; COLL, C.; ENGEL, A.; AGUADO, G.. **De la contribución a la colaboración en comunidades virtuales de aprendizaje: la comunidad DIPE.** V Congr s Multimedia Educatiu: Els reptes educatius de la societat digital. 29 de juny- 1 de juliol de 2005, Universitat de Barcelona, Barcelona. Disponível em: <http://www.ub.edu/grintie>. Acessado em fev. 2006.

CABERO, J. **Perspectiva hist rica de la tecnología educativa: ciencias que la fundamentan.** Cuestiones Pedagógicas, n  4-5, p. 131-140", 1988.

CABERO, J; LLORENTE, M.C.; ROMAN,P. **Las herramientas de comunicación en el "aprendizaje mezclado"** Píxel-Bit. Revista de medios y educación. n  23, pp. 27- 41. 2004.

CALLAGHAN, MJ.; HARKIN, J.; McGINNITY, T.M.; MAGUIRE, L.P., **An Internet-based methodology for remotely accessed embedded systems,** presented at IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, October 2002

CASSINI, M.; PRATTICHIZZO, D. **E-Learning by Remote Laboratories: a new tool for controle education** . The 6th IFAC Conference on Advances in Control Education, Finland, 2003.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede. A era da informa o:** economia, sociedade e cultura (Volume I). São Paulo: Editora Paz e Terra S.A., 2000.

CASTORINA, J. A. **La posición del objeto en el desarrollo del conocimiento.** En Castorina, A.; B. Aisemberg; C. Dibar Ure; G. Palau y D. Colinvaux Problemas en Psicología Genética. Miño y Dávila. Buenos Aires, 1989.

CASTRO, M. **Examples of Distance Learning Projects in the European Community.** IEEE Transactions on Education. Vol. 44, Núm. 4, Noviembre de 2001.

COATEN, N. **"Blended e-learning"**. Educaweb, núm. 69 - 06.10.2003

COLL, C. **Constructivismo y Educación: la concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje**. En: Coll, C, Palacios, J. y Marchesi, A. Desarrollo psicológico y educación 2. Psicología de la educación escolar. 2001. Madrid: Alianza Editorial, pp. 157-187.

CYBERLAB — The Experiment Service Provider. Disponible em: <http://www.cyberlab.org>. Acessado em jan. 2007.

DE PABLOS, J. **Tecnología y Educación**. Barcelona: Cedecs Editorial. 1996.

DERY, M. **Velocidade de escape. Cibercultura no fim do século**. Coimbra. Portugal. Quarteto Editora. 2000.

DETERLINE, W. A **Introducción a la enseñanza programada**. Buenos Aires : Troquel. 101. 1969.

DILLENBOURG, P. **Collaborative Learning: Cognitive and Computacional Approaches**, Amsterdam: Pergamon, 1999.

DOUGIAMAS, M. TAYLOR, P.C. "**Moodle: Using Learning Communities to Create na Open Source Course Management System**", ED-MEDIA 2003: World Conference on Educational Multimedia Hypermedia & Telecommunications, Honolulu Hawaii USA 2003. Disponible em: <http://dougiamas.com/writing/edmedia2003/>. Acessado em out. 2006.

ECO, H. **Como se faz uma tese**. 15ª edição. São Paulo. Brasil. Perspectiva, 1999.

FAINHOLC, B. **Interactividad en la educación a distancia**: Piados. 1969. Argentina.

FERREIRA, J. M.; MÜLLER, D. (2004): **The MARVEL EU project: A social constructivist approach to remote experimentation**. 1st Remote Engineering and Virtual Instrumentation International Symposium (REV'04), Villach (Austria), 28 – 29 September 2004.

FREIRE, Paulo; **Pedagogia do Oprimido**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1975.

GILLET, D. "**Advances in remote experimentation**", 19th American Control Conference (ACC'2000). pp. 20 -25. 2000.

GIMENO-SACRISTÁN, J. "**Los materiais y la ensino**". Cuadernos de Pedagogía, 194, p. 10-15", 1991.

GÓMEZ, F.J., CERVERA M., MARTNEZJ., **A World Wide Web Based Architecture for the Implementation of a Virtual Laboratory**". Proceedings of

the 26th Euromicro Workshop On Multimedia And Telecommunications., Vol II, Netherland. pp. 56-62. 2000.

GROSS, S. **El ordenador invisible** . Ed. Gedisa, colección Biblioteca de la Educación, N. 1, Barcelona, 2000.

GUSTAVSSON, I. **Traditional Laboratory Exercises by Remote Experimentations in Electrical Engineering Education**. Innovations 2004 – World Innovations in Engineering Education and Research Ed. iNEER, 2004.

HARASIM, L. **On-Line Education: A New Domain**. En Mason, R. Y Kaye,A. (eds): Mindwave: communications, computers and distance education. 50-62. Oxford. Pergamon Press. 1989.

HARASIM, L. M; DALY, M.. **Towards a Conceptual Framework and Metodology to Study Intellectual Progress and Social Development in Online Educational Discourse (Coures & Seminars)**. Obtido no X Congresso Internacional de Educação a Distância. Porto Alegre: 2003. Disponível em: <http://www.sfu.ca> Acesso em 21 de jan. 2005.

HARASIM, Linda. *et al.* **Redes de aprendizagem: um guia para o ensino e aprendizagem on-line**. São Paulo: SENAC, 2005.

HARKIN, J. CALLAGHAN, M.J. , McGINNITY T.M. and MAGUIRE L.P. “**Na Internet based remote experimental laboratory for embedded systems**”, IEE Sympos. Eng .Educ. vol. 1, 2002, pp. 18/1 – 6

HERNÁNDEZ, A.M. BENLLOCH, J.V., BENET, G. **Sistema de instrumentación programable multiusuario vía red local para el desenvolvimiento de prácticas de laboratorio**. II Congreso TAAE '96, Sevilla 1999.

HILTZ, S. R. “**Collaborative Learning. In: “Asynchronous Learning Networks: Building Learning Communities**”, Invited Address at "WEB98", Orlando, Florida, 1998. Disponível em: <http://www.educaweb.com/esp/servicios/monografico/formacionvirtual/1181076.asp>. Acesso em 21 de dez. 2006.

HUA, J. ;GANZ, A. "A new model for remote laboratory education based on next generation interactive technologies". 2003. Disponível em: www.conferencexp.com/community/Library/Papers/aseeivlab.pdf . Acesso em 04 de mar. 2006.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, F. P. **Joining Together**. 2. ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. 1982.

JOHNSTON, W.; AGARWAL, D.. **The Virtual Laboratory: Using Networks to enable Widely Distributed Collaboratory Science**. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, 1995.

KAPTELININ, V. & NARDI, B.A. **Activity Theory: Basic Concepts and Applications**. Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems. Atlanta, USA, (March 1997), New York: ACM, 1997.

KIRKPATRICK, D.L., "Evaluating Training Programs. The Four Levels", Berrett-Koehler, San Francisco 1994.

KO, C.C.; CHEN J. **Creating Web-based Laboratories**. Ed. Springer, 2004.

KOSCHMANN, T. (2003). **CSCL, argumentation, and Deweyan inquiry**. In J. Andriessen, M. Baker, & D. Suthers (Eds.), **Arguing to learn: Confronting cognitions in computer-supported collaborative learning environments**: Kluwer Academic Publishers. Amsterdam, pp.261-269.

KOSCHMANN, T.; STAHL, G.; ZEMEL, A. **The video analyst's manifesto (or the implications of Garfinkel's policies for the development of a program of video analytic research within the learning sciences)**. 2005. Disponível em: <http://www.cis.drexel.edu/faculty/gerry/publications/journals/manifesto.pdf> . Acesso em 16 dez. 2006.

KOUZES, R.T.; MYERS, J.D.; WILLIAM A. **Collaboratories: Doing Science On The Internet**. IEEE Computer, 1996.

LANGMANN, R.; HENGSBACH, K.: **E-Learning & Doing automation**. – automatisierungstechnische praxis atp, 45. No. 2, pp. 58 – 66. 2003.

LARIOS, O V. "**Constructivismo en tres patadas**". Gaceta COBAQ, XV(132):10. Colegio de Bachilleres del Estado de Querétaro, México.1988. Disponível em: <http://www.uaq.mx/matematicas/estadisticas/xart04.html> .Acesso em jun. de 2005.

LATCHMAN, H. A.; SALZMANN, C; GILLET, D. "**Information Technology Enhanced Learning in Distance and Conventional Education**", IEEE Transactions on Education, Vol. 42, No. 4;november 1999; page 247-254.

LAURILLARD, D. **The educational challenges for teachers and learners**. Paper presented at Virtual University Conference, University of London, England. Acesso em: dez. 2002.

LEVY, P.; **As tecnologias da inteligência. O Futuro do pensamento na era da informática**, (1993) Rio de Janeiro.

LIPPONEN, L. **Challenges for computer – supported collaborative learning in elementare and secundare level**: Finish perspective. In C. Hoadle e (Ed.)

Proceedings of CSCL'99: The Third International Conference on Computer Support for Collaborative Learning (pp.368 – 375). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Sciences
Lipponen, L. (2003). Exploring foundations for computer supported collaborative learning. [En línea]
<http://www.newmedia.colorado.edu/cscl/31.html> [2003. septiembre. 22]
Londres: Routledge, 1999.

LITWIN, Edith. **Tecnologia Educacional**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1.997.
Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1996.

MA, J.; NICKERSON, J.V. **Hands-On, Simulated, and Remote Laboratories: A Comparative Literature Review**. 2006. Disponível em:
<http://www.stevens.edu/jnickerson/ACMComputingSurveys2006MaNickerson.pdf>. Acessado em 10 jn. 2007.

MARSH, G. E.; McFADDEN, A. C.; PRICE, B. "**Blended Instruction: Adapting Conventional Instruction for Large Classes**", Online Journal of Distance Learning Administration, (VI), number IV, Winter, 2003. <http://www.westga.edu/distance/ojdl/winter64/marsh64.htm>

MORAN, J. M. Avaliação do **Ensino Superior a distância no Brasil**. Disponível em <http://www.eca.ups.br/prof/moran/avaliacao.htm> . Acessado em 14 mar. 2006.

MORAN, J. M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 2. ed. Campinas: Papirus, 2000.

MORAN, José Manuel. **Mudar a forma de ensinar e de aprender com tecnologias**: Transformar as aulas em pesquisa e comunicação presencial-virtual. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/moran/uber.htm> . Acesso em: 02 dez. 2006.

MÜLLER, D.; FERREIRA, J. M. **MARVEL: A Mixed Reality Learning Environment for Vocational Training in Mechatronics**. International Conference on Technology Enhanced Learning 03 (TEL'03), Nov. 2003, Milano, Italy.

MÜLLER, D.; FERREIRA, J. M. **Online labs and the MARVEL experience**. International Journal of Online Engineering. Vol. 1, No. 1, 2005.

NEGROPONTE, N. **A vida digital**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

NEWELL, A.; **The Knowledge Level**, (1992) Artificial Intelligence 18, 87-127

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Teoria e practica de a educação**. 1988.

OLIVER, K.M.; HANNAFIN, M. «**Developing and refining mental models in open-ended learning environments: A case study**». **Educational Technology Research and Development**. 2001. Vol. 49, n.º 4, pág. 5-33.

PALLOFF, R & PRATT, K. **Construindo Comunidades de Aprendizagem no Ciberespaço: estratégias eficientes para a sala de aula on-line**. Tradução: Vinícius Figueira. Porto Alegre: Artmed, 2002, 247 p.

PALLOFF, R; & PRATT, K. **O Aluno Virtual: um guia para trabalhar com estudantes on-line**. Tradução: Vinícius Figueira. Porto Alegre: Artmed, 2004, 216 p.

PANITZ, T. **A definition of collaborative vs cooperative learning**. 1996. Disponível em: <http://www.lgu.ac.uk/deliberations/collab.learning/panitz2.html>. Acesso em 04 de maio de 2006.

PAPERT, S. **Desafío a a mente**, Ediciones Galápagos. 1981.

PAZ DENNEN, V. **Task structuring for online problem based learning: A case study**. **Educational Technology & Society**, 3(3) (2000), pp. 329-336

PEA, R. D. **The social and technological dimensions of scaffolding and related theoretical concepts for learning, ducation, and human activity**. *The Journal of the Learning Sciences*. 2004. Vol. 13, n.º 3, pág. 423-451.

PÉREZ G.A.; SACRISTAN, J.G. **Compreender e transformar o ensino**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

PÉREZ, M. “**Laboratorios de acceso remoto. Un novo concepto en los procesos de Enseñanza-Aprendizaje**”. Disponível em: <http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/web/all/F54369A0EC8C0B4486256B5F006565A9>. Acesso em 30 de set. 2006.

PIAGET, J.; **Para onde vai a educação?**, (1988) Rio de Janeiro: José Olympio. 123p. 1984.

PIAGET, Jean. **Epistemologia Genética**. São Paulo: Martins Fontes, 1990.

POZO, J.I. **Teorias cognitivas da aprendizagem**. 3ª edição. Porto Alegre: Artes Médicas. 284p. 1988.

PRENDES, M. P. “**Aprendemos... ¿ Cooperando o colaborando? Las claves del método**.” In: SÁNCHEZ, Francisco Martínez (Org.) *Redes de comunicación en la enseñanza – las nuevas perspectivas del trabajo corporativo*. 2003. Barcelona: Paidós, p. 95-127.

- RAMÍREZ, S. U. Informática y teorías del aprendizaje. Disponível em: <http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/gte41.pdf> . Acessado em 06 de nov. 2006.
- REGO, T.C. **Vygotsky. Uma perspectiva histórico-cultural da educação.** 6ª edição. Petrópolis-RJ, Brasil. Vozes. 1995. 138p. ISBN:85.326.1345-4.
- REIGELUTH, C. **Instructional-Design Theories and Models: A new Paradigm of Instructional Theory.** USA: Lawrence Erlbaum Assoc. 1999.
- RESNICK, M. **Distributed Constructionism. In Proceedings on Learning Sciences Association for the Advancement of Computing in Education.** Northwestern University. 1996.
- RODRIGO, V. M. **Modelo de referencia de laboratorios virtuales y Aplicaciones a sistemas de Tele-educación,** 2003.
- SALOMON, G. "What is learned and How is taught: The interaction between media, message, task and learner". En OLSON, D.R.: Media and Simbol. The Forms of Expression, Communication 6 education, p.386-406"
- SALOMON, G. **Interaction of media, cognition and learning.** Londres: Jossey-Bass. 1979.
- SCARDAMALIA, M., & BEREITER, C. **Computer support for knowledge-building Communities.** Journal of the Learning Sciences, 3(3), 265-283. 1994.
- SCARDAMALIA, M.; BEREITER, C. . **Knowledge Building. In Encyclopedia of Education,** Second Edition. New York: Macmillan Reference, USA.
- SCHAFER, T.; SEIGNEUR, J. M.; DONELLY, A. " PEARL: A Generic Architecture for Live Experiments in a Remote Lab", 2002. Disponível em: <http://iet.open.ac.uk/pearl/publications/icsee03.pdf> . Acesso em 06 abril 2006.
- SHEN, H., Z. Xu, B. DALAGER, V. Kristiansen, O. Stron. M.S. Shur, T.A.Fjeldle, J.Lu e T. Yttendal (1999). "**Conducting Laboratore Experiments over the Internet**", IEEE Transactions on Education, vol.42, n. 3, pp.180-185.
- STAHL, G. **Rediscovering CSCL.** 2005. Disponível em: <http://www.cis.drexel.edu/faculty/gerry/cscl/papers/ch01.pdf> .Acesso em: 16 dez. 2006.
- STAHL, G. **Group cognition: Computer support for building collaborative knowledge.** 2006. Disponível em: <http://www.cis.drexel.edu/faculty/gerry/mit/> .Acesso em 16 dez. 2006.

TINSMANN, M.B; JONES, B.F.;FENNIMORE, T.F.;BAKKER, J.; PIERCE, J.
What is collaborative classroom? Disponível em:
http://www.buenosaires.edu.ar/areas/educacion/niveles/primaria/programas/aula_senred/pdf/what_is.pdf. Acesso em 06 de dez. 2006.

TOR, A.; FJELDLE, M.; SHUR, J.; **Lab on the Web: Running Real Electronics Experiments via the Internet**. ISBN: 0-471-41375-5. Hardcover. 256 pages.Wilee-IEEE Press. 2003.

TUROFF, M., & HILTZ, S. R., **“Computer Support for Group versus Individual Decisions”** In: IEEE Transactions on Communications. 1982.

VALENTE, J. A. **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Unicamp, 2000.

VAQUERO, S. A. **Las TIC para la enseñanza, la formación y el aprendizaje**. ATI: Asociación de Técnicos de Informática. Disponível em: <http://www.ati.es>. Acesso em 12 de out. 2006.

VIGOSTSKY, L.S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes Editora. 1987.

VIGOTSKY, L. S.; LURIA, A R.; LEONTIEV, A N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Tradução de Maria da P. V. São Paulo: Ícone/Editora da Universidade de São Paulo, 1998.

WENGER, E. **Comunidades de práctica. Aprendizaje, significado e identidad. Cognición y desarrollo humano, Coda II: comunidades de aprendizaje**. (pp.259-266).Paidos, Barcelona. 2001.

WILSON, P.; COGHILL, G. **Student learning issues: Factors to consider prior to designing computer-assisted learning for higher education**, Proc. of the International Conference on Computers in Education. pp. 576-584. 2000.

ZUBIA, G. J. **Laboratorio WebLab aplicado a Pla Lógica Programable: WebLab PLD” VI Tecnologías Aplicadas a a Enseñanza de Electrónica**. TAAE 2004. Valencia, julio 2004.

ZUBIA, G. J. **A new approach for implementing remote laboratories: a practical case**. *2nd International Symposium REV 2005*, Brasov (Romania), July 2005.

WIKIPEDIA. E-learning." <http://en.wikipedia.org/wiki/E-learning>. 2006.

GLOSSÁRIO

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line). Tipo de DSL que utiliza a maior parte da sua banda larga para transmitir informações e uma pequena parte para receber informações de utilizadores. Veja também o termo DSL.

Blended learning. Este conceito implica a integração e combinação de diferentes tecnologias e metodologias de aprendizagem que vão de encontro às necessidades específicas das organizações. Engloba diferentes métodos e tecnologias de aprendizagem, dos quais se destacam a auto-formação assíncrona, sessões síncronas e os métodos tradicionais de aprendizagem presencial.

Browser. Software que permite o acesso às páginas de Internet. Existem vários tipos de browser, dos quais destacamos os mais conhecidos: Internet Explorer e Netscape Navigator.

Chat. Tipo de comunicação síncrona que permite uma troca de mensagens entre utilizadores de determinado serviço online; pode incluir, para além do texto, som, imagem e vídeo.

Ciberespaço: O mundo “virtual” no qual as pessoas interagem por meio de redes de computadores. A palavra foi inventada por William Gibson no livro de ficção científica “Neuromancer”, mas hoje em dia já faz parte da linguagem coloquial, usado, por exemplo, como sinónimo da Internet.

EAD (Ensino Aberto a Distância): A definição presente no Decreto número 2.494/1998, que regulamenta o Artigo 80 da Lei de Diretrizes e Bases (Lei número 9.394/1996), define EAD como “uma forma de ensino que possibilita a auto-aprendizagem, com a mediação de recursos didáticos sistematicamente organizados, apresentados em diferentes suportes de informação, utilizados isoladamente ou combinados, e veiculados pelos diversos meios de comunicação”. Pierre Lévy, coloca EAD como sendo uma modalidade de ensino que explora certas técnicas de ensino a distância, incluindo as hipermídias, as redes de comunicação interativas e todas as tecnologias intelectuais da cibercultura, favorecendo o surgimento de um novo estilo de pedagogia, que favorece ao mesmo tempo as aprendizagens personalizadas e a aprendizagem coletiva em rede. O professor torna-se um animador da inteligência coletiva em vez de um fornecedor direto de conhecimentos.

eLearning. Abrange um vasto conjunto de aplicações e processos, como a aprendizagem baseada na Web, aprendizagem baseada no computador, salas de aula virtuais e colaboração digital. Inclui a disponibilização de conteúdos através da Internet, Intranet/Extranet (LAN/WAN), cassetes áudio e vídeo, transmissão por satélite, TV interactiva e CD-ROM. [definição de Eva Kaplan-Leiserson]

FAQ (Frequently Asked Questions). É um texto que pretende responder, dentro de uma determinada matéria, a Questões Colocadas Frequentemente pelos utilizadores.

Feedback. Mensagem de retorno que tanto pode ser positiva como negativa; este termo é muito utilizado pelos tutores de cursos de eLearning na medida em que representa um dos factores essenciais da tutoria: o acompanhamento individual dos formandos.

Freeware. Software distribuído em regime gratuito, mas segundo alguns princípios gerais como a impossibilidade de alteração de qualquer parte para posterior distribuição, impossibilidade de venda, etc.

Groupware. Refere-se a uma classe de programas que auxiliam o trabalho coletivo, mesmo quando os membros do grupo não se encontram fisicamente no mesmo local. Serviços de groupware tipicamente envolvem o compartilhamento de agendas de compromissos, listas de tarefas, escrita coletiva, distribuição de e-mail, acesso compartilhado a banco de dados e conferência eletrônica.

Hipertexto. Texto organizado em forma de rede de itens ou módulos de informação (node) interligado entre si (link) permitindo ao usuário “navegar” seguindo sua própria seqüência de estudo (user control).

Hipermedia. Incorpora as definições de hipertexto e multimédia, uma vez que integra som, imagem, texto e vídeo.

HTML (*Hypertext Markup Language*). Linguagem de marcação hipertextual. Coleção de comandos (de formatação) que criam documentos hipertextuais (páginas na Web). Toda página na Web tem seu código em HTML, que é interpretado pelo navegador (browser) do usuário.

HTTP (*HyperText Transfer Protocol*). É o protocolo que define como é que dois programas/servidores devem interactuar, de maneira a transferirem entre si comandos ou informação relativos ao WWW.

Internet. Rede global que liga milhões de computadores em todo o mundo. Mais de 100 países e vários milhões de utilizadores utilizam a Internet e este número não pára de aumentar.

Intranet. Rede local que liga os computadores de determinada empresa ou instituição. A grande diferença entre a Internet e a Intranet é o facto de esta última estar protegida por uma firewall, que impede o acesso a utilizadores não autorizados - regra geral os únicos utilizadores autorizados são os trabalhadores da própria empresa ou alguns colaboradores externos.

Link. Links ou ligações são conexões entre dois elementos em uma estrutura de dados. Os links permitem a navegação dentro de um hipertexto. Na Internet,

um link é qualquer elemento de uma página na Web que possa ser clicado com o mouse, fazendo com que o navegador passe a exibir uma nova tela, documento, figura, etc.

LMS (Learning Management System). Sistema que automatiza a gestão dos eventos de determinada acção formativa on-line. Constitui-se como plataforma de ensino, que visa gerir todos os elementos da formação: desde o controlo do percurso dos formandos à forma como este comunicam entre si (seja através de chats ou através de grupos de discussão).

M-learning (Mobile Learning). Formação via tecnologia móvel que recorre a suportes como telemóveis, PDAs ou computadores portáteis.

Telemática. É integração das tecnologias de telecomunicação com os mais modernos avanços da informática. Exemplos: fax, modem, videotexto, telefonia digital e outros.

Upload. Termo que designa a transferência de dados de um computador para outro; refere-se ao acto de enviar dados para um computador remoto.

URL (Uniform Resource Locator). Localizador Uniformizado de Recursos. Método de especificação de um determinado recurso na Internet, seja ele obtido por FTP, News, Gopher, Mail, HTTP, etc. Pretende uniformizar o maneira de designar a localização de um determinado tipo de informação na Internet. Por exemplo, www.saf.pt.

WWW (World Wide Web). Geralmente chamada apenas de Web, foi desenvolvida originalmente nos laboratórios do CERN em Genebra. Atualmente o desenvolvimento da Web é supervisionado pelo World Wide Web Consortium (<http://www.w3.org>). De forma simplificada, a Web pode ser descrita como um sistema de hipermídia para a recuperação de informações através da Internet. Na Web, tudo é representado como hipermídia (em formato HTML) e os documentos estão ligados através de links a outros documentos. A Web engloba seu próprio protocolo, HTTP, e também alguns protocolos anteriores, tais como FTP, gopher e Telnet (por Carlos Irineu da Costa, em Cibercultura).