



Araci Hack Catapan
hack@linhalivre.net

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

***TERTIUM: O NOVO MODO DO SER, DO SABER
E DO APREENDER***

*(Construindo uma Taxionomia para Mediação Pedagógica
em Tecnologia de Comunicação Digital)*

Araci Hack Catapan

Tese Apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
da Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito básico para obtenção
do título de doutora em Engenharia de Produção

**Florianópolis
2001**

Araci Hack Catapan

**TERTIUM: O NOVO MODO DO SER, DO SABER
E DO APREENDER**

*(Construindo uma Taxionomia para Mediação Pedagógica
em Tecnologia de Comunicação Digital)*

**Esta tese foi julgada aprovada para obtenção do título de doutora em Engenharia de
Produção no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção
da Universidade Federal de Santa Catarina**

Florianópolis, 12 de julho de 2001

**Prof. Dr. Ricardo Miranda Barcia Ph.D
Coordenador do Curso**

**Prof. Dr. Francisco Antonio Pereira Fialho
Orientador**

Prof. Dra. Lucia Maria Martins Giraffa

Prof. Dr. Lauro Carlos Wittmann

Prof. Dr. Ariovaldo Bolzan

Prof. Dra. Silvia Modesto Nassar

Tecem a rede, entendimento e emoção
nós promovem o Acontecimento
A todas as pessoas que amo
singularmente
Elizabeth e Elisangela

Com quem nos enredamos

Quando o tempo é eterno cada momento é pleno.

Celebramos!

Com **Fialho** a interação-cooperação
no Auditório B algumas vezes;
pisando areia de Moçambique, as mais significativas;
no Gasebo, um café e um ícone, um chá e um vórtice...
no ciberespaço, lugar nenhum :

- Professor, o que é mesmo: Se P é não NP tudo é P ou é NP ou tudo é P como NP
- Aurora, leia Harry Potter!!!

Ser indizível o **PROFESSOR**

Morte-nascimento ou lógica- semântica, Professor Nilson,
Usabilidade ou Aprendizagem, Métrica ou Movimento, ou taxionomia...
não responderia? Professor Cybis!

Professores *autores, atores*: Canzian, Maliska, Miriam,
Cleide, Rita, Rosimary, Schneider, Nestor,
e numa singularidade inigual
Silvia & Massanao Z ou X

Sem *qualy*, a pesquisa não avançaria, *Conceição, Edla, Cybis*

Sem ambiência eu não teria

nem aposta professor Ariovaldo,
nem PTRs Caroline e Carla, ou *help* Christian Kirlian...ou
imagética, Ana e Francisco

'ou seja', sem Maria Tereza, menos 'sss', confundiria

Nem Rizomas sem Bizoto, Fernando, Zeina, Neide(s), Henrique, Elisa, Lucídio, Pedro
nem Lua sem Bia

Sem o **nós** feneceria,

entre a harmonia emocional e as
diferenciações intelectuais... o amado, o Messias,
entre o entendimento, a emoção, a gênese - Luiza-Nicolau,
E na filho-gênese

Elizabete-Alexandre, Elisangela-Paulinho, e... o
reomodo...na pequena Thais

Sem a fé não contaria
no modo presencial-imaterial, com Neiva Beron Kasik
ou... contaria???

Sem o **rito** Witmann, Giraffa, Nassar, Bolzan, não doutoraria,

não ... sem o modo do ser de vocês

eu não seria...

*Seres humanos,
pessoas daqui e de toda parte,
vocês que são arrastados no grande movimento da desterritorialização,
vocês que são enxertados no hipercorpo da humanidade
e cuja pulsação ecoa as gigantescas pulsações deste hipercorpo,
vocês que pensam reunidos e dispersos entre o hipercórtex das nações,
vocês que vivem capturados, esquartejados,
nesse imenso acontecimento do mundo que não cessa de voltar a si e de recriar-se,
vocês que são jogados vivos no virtual,
vocês que são pegos nesse enorme salto que nossa espécie efetua em direção à nascente do fluxo do ser;
sim,
no núcleo mesmo desse estranho turbilhão
vocês estão em sua casa.
Bem-vindos à nova morada do gênero humano.
Bem-vindos aos caminhos do virtual!*
Lévy

SUMÁRIO

TERTIUM: O NOVO MODO DO SER, DO SABER E DO APREENDER

*(Construindo uma Taxionomia para Mediação Pedagógica
em Tecnologia de Comunicação Digital)*

TEXTOS PRELIMINARES I a XII

I O Mirante

O OBSERVADOR E O OBSERVADO

- | | |
|--|----|
| 1. Contextualizando: um Momento num Ponto | 03 |
| 2. Problematizando: a Busca da Diferenciação | 09 |

II A Carta Náutica

O RETORNO A SI COMO UM INTEIRAMENTE OUTRO

- | | |
|---|----|
| 1. O Retorno a Si Como Um Inteiramente Outro | 16 |
| 2. Filosofia, Arte e Ciência: o Modo do Ser | 26 |
| 3. Epistemologia, Pedagogia, Tecnologia: o Modo do Saber | 44 |
| 4. Virtualização, Interação, Abstração: o Modo do Apreender | 58 |

III Navegando

O MODO DA OBSERVAÇÃO

- | | |
|--|-----|
| 1. Pedagogia e Comunicação Digital: Construindo uma Metodologia
Para Pesquisa Exploratória | 76 |
| 2. Ambiência da Pesquisa | 92 |
| 2.1. A Ambiência Pedagógica e a Informatização do Ensino de Engenharia | 95 |
| 2.2. Princípios, Fatores e Critérios Pedagógicos Subjacentes às Práticas
dos Professores no Desenvolvimento de Sistemas Informatizados para o
Ensino nas Engenharias | 101 |
| 2.3 Caracterização dos Recursos Informatizados e de Sua Utilização no
Ensino de Engenharia | 106 |
| 2.4. Perspectivas e Limites no Processo de Informatização do Ensino: Uma
Análise Inicial | 111 |
| 3. O Sistema SEstat e a Mediação Pedagógica | 122 |
| 3.1 A Mediação Pedagógica e o SEstat: Primeira Aproximação: MPG1 | 124 |

	VII
3.1.1 A Ambiência da Aprendizagem na MPG1	126
3.1.2 Análise da Aprendizagem Observada na MPG1	131
3.1.3 Inferências Parciais: analisando as Implicações da Modalidade de Ensino e o Nível de Aprendizagem na MPG1	141
3.2 Mediação Pedagógica e o SEstat: Segunda Aproximação: MPG2	146
3.3. Mediação Pedagógica e o SEstat: Terceira Aproximação: MPG3	148
3.3.1 A Ambiência da Aprendizagem na MPG3a	149
3.3.2 Inferências Parciais: Analisando a Aprendizagem Observada na MPG3a	155
3.3.3 A Ambiência de Aprendizagem na MPG3b	168
3.3.4 Inferências Parciais: Analisando a Aprendizagem Observada na MPG3b	169
3.3.5 Inferências Gerais: O Movimento de Aprendizagem e a Generalização do Conceito na Mediação Pedagógica em TCD	176

IV O PORTO ou Estação Navegante

4 Estação Navegante: Dobra, Desdobra e Redobra	183
4.1. A Dobra	185
4.2 A Desdobra	189
4.3 A Redobra	196
4.4 O <i>TERTIUM</i> : O novo modo do ser, do saber e do aprender. Construindo uma Taxionomia para Mediação Pedagógica em Tecnologia de Comunicação Digital	201

<i>Bibliografia</i>	205
----------------------------	-----

Anexo e Apêndices Trabalhos Parciais

REDUÇÕES

AA – Ambiência de Aprendizagem
AEX – Aula Expositiva
APD – Aprendizante
APGD – Aplicativo Pedagógico Derivado
CQ - Colóquio
BdD – Base de dados da MPG
DPG – Desafio Pedagógico
DT- Documento Teipe (entrevistas, discussões, palestras)
DV- Documento Vídeo (entrevistas, seminários, laboratórios)
DS- Documento Escrito (planos de curso,questionários e entrevistas, PTRs)
EG – Epistemologia Genética
EP – Espiral em Profundidade
EN - Entrevista
GC - Generalização do Conceito
IA – Inteligência Artificial
Ma – Macroaulas
MA - Movimento da Aprendizagem
MC – Mapa Conceitual
MG – Mapa Cognitivo
ME – Modalidade de Ensino
MH – Movimento Horizontal
MP - Movimento em Profundidade
MPG – Mediação Pedagógica
MR – Movimento do Raciocínio
NR - Não apreendeu
PAP – SEstat base de dados Treinamento
PTO – Protocolo de Registro de Observação Sistematizada
PS – Problema no sistema geral
PTR – Protocolos de Registro
Pst –Problema no sistema SEstat
Pp - Projeto de Pesquisa
PF – O professor que ministra
PP – Proposição
PV - Provas
PC - Apreendeu Parcialmente
PL - Apreendeu Plenamente
QL – Variável Qualitativa
QT – Variável Quantitativa
QLQT – Variável Qualitativa e Quantitativa
RdA – Relatório de Aprendizagem
RdP – Relatórios de Pesquisa
RL - Apreendeu Relativamente

SEstat – Sistema especialista de apoio ao ensino da Estatística

SSI - Sistema de Simulação Informatizado

SE - Sujeito Epistêmico

SL – Sessão de Laboratório

TD – Tira-dúvidas

TCD – Tecnologia de Comunicação Digital

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Mapa Metodológico: Categorias, Varáveis, Critérios e Instrumentos

Quadro 2 Abrangência de Ensino no CTC: Graduação e Pós-Graduação

Quadro 3 LLICT – Estrutura e Função

Quadro 4 Evolução das Condições de Infra-estrutura Tecnológica no CTC

Quadro 5 Abrangência do Projeto Piloto MEC/SESu

Quadro 6 Caracterização dos Recursos Informatizados e de Sua Utilização no Ensino de Engenharia

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Movimento de Aprendizagem nos DPGs da Questão 1 em AR
em cada Modalidade de Ensino

Figura 2- Movimento de Aprendizagem nos DPGs da Questão 10 em AE
em cada Modalidade de Ensino

Figura 3 -Movimento de Aprendizagem nos DPGs da Questão 10 em AP
em cada Modalidade de Ensino

Figura 4 - Movimento de Aprendizagem nos DPGs da Questão 10 em AR
em cada Modalidade de Ensino

Figura 21 e 22 - Movimento de Aprendizagem Observado em Sessões de Laboratório em
Diferentes DPGs

Figura 23 e 24 - Movimento de Aprendizagem Observado em Sessões de Laboratório em
Diferentes DPGs Agrupado em Dois Momentos MT1 e MT2

Figura 25 e 26 - Movimento de Aprendizagem Observado na Redação do RdP; Níveis de
Interação e Modos de Comunicação Durante todo o Processo

Figura 27e 28 – Movimento de Aprendizagem Observado na MPG3b, nos MT1, MT2, MT3

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Movimento de Aprendizagem nos DPGs 1, em AR
em Cada Modalidade de Ensino

Tabela 2- Movimento de Aprendizagem nos DPGs 10, em AE
em Cada Modalidade de Ensino

Tabela 3- Movimento de Aprendizagem nos DPGs 10, em AP
em Cada Modalidade de Ensino

Tabela 4- Movimento de Aprendizagem nos DPGs 10, em AR

X

em Cada Modalidade de Ensino

Tabela 21- Movimento de Aprendizagem Observado em Sessões de Laboratório em Diferentes DPGs

Tabela 22- Movimento de Aprendizagem Observado em Sessões de Laboratório em Diferentes DPGs Agrupado em Dois Momentos MT1 e MT2

Tabela 23- Movimento de Aprendizagem Observado na redação do RdP e nos Modos de Interação e Comunicação Durante Todo o Processo

Tabela 24- Movimento de Aprendizagem Observado na MPG3b, nos MT1, MT2, MT3

Tabela 25- Movimento de Aprendizagem na PPG3b MH

LISTA DE ANEXO

I O SEstat: Concepção e Implementação de um Ambiente de Ensino de

LISTA DE APÊNDICES

I Verificando o Perfil dos Alunos em Relação ao Uso do Computador

- a) Questionário
- b) Figuras

II Caracterização dos Recursos Informatizados e de Sua Utilização no Ensino de Engenharia

- a) Questionário
- b) Relatório

III Protocolo de Observação

IV Tabelas

V Lista de documentação da pesquisa

- a) Lista de mapas
- b) Listas de PTOs

VI Lista de trabalhos parciais

**TERTIUM: O NOVO MODO DO SER, DO SABER
E DO APREENDER**
*(Construindo uma Taxionomia para Mediação Pedagógica
em Tecnologia de Comunicação Digital)*

RESUMO

Esta pesquisa analisa as condições e possibilidades da Tecnologia de Comunicação Digital como mediação pedagógica na imanência da cibercultura, que implica um novo modo do ser, um novo modo do saber, um novo modo do apreender. As interseções entre epistemologia e tecnologia podem transformar significativamente as interferências pedagógicas. O propósito é apreender os acontecimentos nas pulsões desses vórtices, verificando as implicações no Movimento de Aprendizagem para propor um plano, não só para referenciar avaliações imediatas de programas ou aplicativos, mas construir uma taxionomia (princípios e critérios) para mediação pedagógica em Tecnologia de Comunicação Digital no desenvolvimento de uma Proposta Pedagógica como um plano de imanência. O tecido da análise flui através de categorias conceituais e variáveis observáveis que emergem na exploração da ambiência pedagógica. Foram eleitas como categorias analíticas: Cibercultura, Conhecimento, Informação, Comunicação, Virtualização, e como categorias empíricas: Interação, Abstração, Generalização. É uma pesquisa de caráter exploratório que apreende o objeto em sua ambiência a partir das evidências do Movimento de Aprendizagem observado em diferentes Ambiências Pedagógicas mediadas por *softwares* produzidos e utilizados no processo ensino-aprendizagem. A análise das questões se orienta, de forma geral, pelas Categorias Analíticas e de forma operacional pelas Categorias Empíricas, considerando as variáveis eleitas. Constitui, basicamente, uma discussão teórica sustentada por observações empíricas com análise estatística das evidências dos níveis de interação, de abstração e de Generalização do Conceito no Movimento de Aprendizagem. Apreende-se nos vórtices e nos acontecimentos as implicações do uso da linguagem digital nas mediações pedagógicas. As questões emergem no processo e são mapeadas estatisticamente e analisadas, constatando-se que: *um processo de ensino-aprendizagem mediado por um sistema de Simulação Virtual potencializa Tempo, Espaço e Movimento de Aprendizagem, possibilitando a Generalização do Conceito*. As reflexões e inferências fluem de uma pedagogia como plano de imanência para uma taxionomia multirreferencial como plano de gestão e de infra, engendradas como três dimensões de um mesmo processo. Uma flui na outra e no fluxo emergem como um inteiramente outro, o *TERTIUM topológico-eternal*.

Palavras-chaves: cibercultura, pedagogia, tecnologia, virtualização, interação, abstração, generalização, mediação.

***TERTIUM: THE NEW MODE OF BEING, OF KNOWLEDGE
AND OF APREHENDING
(Building a Taxonomy for Pedagogical Mediation
in Digital Communication Technology)***

ABSTRACT

The present research analyses the conditions and possibilities of the Digital Communication Technology as pedagogical mediation in the immanence of cyberculture, which implies in a new mode of being, a new mode of knowledge and a new mode of apprehending. The intersections between epistemology and technology can transform significantly the pedagogical interference. The purpose is to apprehend the events in the pulse of these vortices, verifying the implications in the Learning Movement in order to suggest a plan, not only to give references for the immediate assessment of softwares, but to build a taxonomy of indexes (principles and criteria) for pedagogical mediation in Digital Communication Technology in the development of a Pedagogical Proposal as a plan of immanence. The analytical web flows through the conceptual categories which emerge in the exploration of the pedagogical ambiance. The elected analytical categories are: Cyberculture, Knowledge, Information, Communication, and Virtualization, and as empirical categories: Interaction, Virtualization and Abstraction. It is an exploratory research which apprehends the object in its ambience from the evidence of the Learning Movement observed in different Pedagogical Ambiences mediated by *softwares* produced and used in the teaching process. The analysis of the questions is guided, in general terms, by the Analytical Categories, and operationally by the Empirical Categories, considering the elected variables. It constitutes, basically, a theoretical discussion based on empirical observations with the statistical analysis of the evidence of the levels of interaction, of abstraction and of Generalization of the Concept in the Learning Movement. One apprehends in the vortices and in the events the implications from the use of the digital language in the pedagogical mediations. . The questions emerge in the process and are mapped, codified and statistically analyzed. It is verified that: a learning teaching process mediated by a Virtual Simulation System potentializes Time, Space, and Learning Movement, allowing Concept Generalization. The reflections and interference flow from a pedagogy as a plan of immanence to a multi-referential taxonomy as a plan of management, engendered as three dimensions of the same process. One plan flows in the other and in the flux it emerges completely as one other, the *TERTIUM topological-eternal*.

Keywords: cyberculture, pedagogy, technology, virtualization, interaction, abstraction, generalization, mediation.

***TERTIUM: O NOVO MODO DO SER, DO SABER E
DO APREENDER***

*(Construindo uma Taxionomia para Mediação Pedagógica em
Tecnologia de Comunicação Digital)*

***Esta Pesquisa só foi possível pelo apoio recebido da Direção do
CTC/UFSC e pela cooperação encontrada na equipe de seu Projeto
Piloto MEC/SESu.**

****Esta pesquisa foi recomendada pelo PAPED/CAPES para
receber uma bolsa Incentivo à Pesquisa em Educação a Distância.**

I O Mirante

O OBSERVADOR E O OBSERVADO

Até aqui, poderíamos dizer, os homens viviam ao mesmo tempo dispersos e fechados neles mesmos, como passageiros acidentalmente reunidos no porão de um navio. Do qual não suspeitavam nem a natureza móvel, nem o movimento. Sobre a terra que os agrupava, não concebiam, pois, nada de melhor a fazer além de discutir ou se distrair. Eis que por acaso, ou melhor, pelo efeito normal da idade, nossos olhos acabam por se abrir. Os mais ousados dentre nós alcançaram a ponte. Eles viram a nave que nos levava. Eles perceberam a espuma ao longo da proa. Eles se deram conta de que havia uma caldeira para alimentar - e também um leme a governar. E sobretudo eles viram flutuar nuvens. Eles aspiraram o perfume das ilhas para além da linha do horizonte: não mais a agitação humana ali – não à deriva, mas a VIAGEM.

CHARDIN

1. Contextualizando: um Momento, um Ponto

O atual e o virtual fluem um no outro, e enquanto o virtual se objetiva no atual, a idéia se objetiva no conceito, o movimento é pontuado por acontecimentos que podem se expressar em alguns casos por evidências e em outros por hiatos. Multirreferenciar-se nessa Ambiência, inserir-se nesse movimento, apreender os acontecimentos, é o propriamente chamado Movimento de Aprendizagem, processo que interessa singularmente neste estudo. O Aprendente movimenta-se, reelaborando suas estruturas, no confronto com os Desafios Pedagógicos organizados (sistemática e intencionalmente) numa ambiência que atualmente, mediada pela Tecnologia de Comunicação Digital/TCD¹, pode contemplar num plano de imanência a complexidade inédita do novo modo do ser, do novo modo do saber e do novo modo do apreender.

A proeminência das tecnologias de comunicação e informação na vida cotidiana das pessoas tem despertado o interesse singular dos profissionais da educação no sentido de construir e utilizar a potencialidade desses recursos no trabalho pedagógico. Este desafio tem gerado inúmeros projetos e produtos e as mais diversificadas formas de aplicação. *TERTIUM: o novo modo do ser, do saber e do apreender* é uma pesquisa que tem como propósito construir *uma taxionomia de indicadores pedagógicos para mediação em Tecnologia de Comunicação Digital* que promovam o Movimento de Aprendizagem em nível de Generalização do Conceito.

O projeto *TERTIUM* não é somente um projeto de tese, é um projeto pedagógico maior que vem se constituindo ao longo de nossa prática pedagógica centrada nos processos de formação de professores. Esta tese significa, certamente, um momento dessa trajetória e, talvez, um momento raro e ousado de objetivação ontofilogenética. A objetivação é a materialização 'fora de si' que o sujeito opera em forma de ação. Quanto mais o sujeito se objetiva em ações, mais deixa de ser em si para ser um outro - *outrem*, para os outros e para si mesmo. O movimento existencial da objetivação-subjetivação é um processo recorrente de morte-nascimento.

¹ *TCD*: Tecnologia de Comunicação Digital: concerne às novas formas de informação e comunicação com base na linguagem digital.

Trata-se, neste momento, de um esforço sistematizado para analisar as interseções entre as áreas de pedagogia e de tecnologia. Nesta proposta, não só se pretende apreender a linguagem dos algoritmos mas, sobretudo, analisar suas implicações nos processos de produção histórica do sujeito contemporâneo, de forma singular nos processos de construção de conhecimento que se efetua no trabalho pedagógico, no Movimento de Aprendizagem. Esta é uma pesquisa exploratória desenvolvida para observar o modo do ser, do saber e do apreender na imanência da cibercultura, identificando-se as implicações da Tecnologia de Comunicação Digital - TCD no processo de ensino-aprendizagem.

A celeridade das transformações atuais provoca alterações radicais no panorama econômico, social e cultural, impondo uma revisão profunda nos processos emergentes de produção da existência humana. As novas tecnologias e as novas formas de organização do trabalho estão acompanhadas de uma reestruturação sem precedentes nos processos de produção cultural e, conseqüentemente, nos processos de formação do homem.

No atual contexto as contradições da produção histórica dos sujeitos vão se pondo cada vez mais evidentes, mais explícitas. Um aspecto qualitativamente modificador é a objetivação e a provisoriedade nos processos de conhecimento, determinadas pela dinâmica e pela flexibilidade da TCD, exigindo de cada um e do coletivo um alto investimento intelectual. Instala-se um processo de transformação existencial sem precedentes, marcado pelo imprevisível, pelo indeterminável, e nele o homem se insere construindo as bases de sua existência, diferenciando-se dos outros seres vivos pela possibilidade de reflexão e de crítica ou de autoconsciência. A realidade comunicacional desnuda cada vez mais o homem de sua 'humanidade moderna', ou seja, da centralidade da razão passa pela possibilidade cada vez mais atual objetivada fora de si nas *'tecnologias da inteligência'*².

O mundo da comunicação digital formaliza-se com maior agilidade pois se sustenta na fragmentação, na codificação e na replicação infinita da informação, provocando desdobramentos inéditos nas mensagens. A comunicação digital diferencia-se pelo caráter de fluidez, celeridade e simultaneidade com que se veiculam as informações. Os processos educacionais, por sua vez, não prescindem da informação e do processo de comunicação, mas se diferenciam destes pelo objetivo de potencializar a construção conceitual a partir da

² *Tecnologias da inteligência*: tomadas no sentido da expressão utilizada por Lévy (1993), em suas obras, para conceituar as novas formas de informação e comunicação como base na linguagem digital.

interpretação da informação e da reelaboração da mensagem, isto é, não se limitam à formação de opinião, mas têm o compromisso com a construção de conhecimentos.

Entender a Tecnologia Avançada de Comunicação Digital como mediação básica no processo de trabalho pedagógico³ implica o movimento dialético de apreender as razões que, em alguns casos unem, globalizam e, em outros, colocam em oposição, fragmentam os sistemas de representação conceitual.

A mediatização⁴ dos processos culturais requer um sujeito com maior competência crítica, habilidade e rapidez não só no acesso às informações mas na sua seleção, e sobretudo na reelaboração dos conhecimentos. É cada vez maior a necessidade de atenção, criticidade e ação mental rápida para evitar o equívoco, tão comum hoje, de se 'colar'⁵ informação e conhecimento. É preciso perceber a diferença fundamental entre esses dois processos que se implicam profundamente, mas não são a mesma coisa. São metades, desiguais, ímpares (Deleuze, 1988). Informação é o fato intencionalmente selecionado, codificado e submetido a um processo de refinamento, digitalizado ou não, para a veiculação das idéias, imagens, sons, cores, mensagens. É um saber objetivado que pode provocar mudança mental enquanto transmitido e interpretado.

O conhecimento diferencia-se da informação enquanto se entende conhecimento como um processo dinâmico de interpretação e de reelaboração de informações a que são conferidos sentido e significados operados pelos sujeitos no processo da comunicação, em diferentes níveis de abstração.

Nesse sentido, o processo de trabalho pedagógico que se constitui na interseção entre cultura e educação mediada pela comunicação precisa transformar-se radicalmente para que não fique cada vez mais distanciado do novo modo de ser dos sujeitos humanos. Portanto, o desafio está em descobrir, no espaço privilegiado do processo pedagógico, as possibilidades de interação que ocorrem na relação professor, aluno e conhecimento, mediadas pela Tecnologia de Comunicação Digital.

³ *Processo de trabalho pedagógico*: este termo compreende a organização e o processo ensino-aprendizagem que ocorrem nos diferentes níveis formais de ensino. CATAPAN 1993 e 1999.

⁴ *Mediatização*: o termo está sendo empregado aqui para referir-se aos processos de comunicação que se faz através dos *media*.

⁵ *Colar*: no sentido do refletido, como espelho, como igual; isso ocorre também, em muitos casos, na área da Informática quando se analisa o fenômeno mente e computador: observa-se a tendência em colar as duas coisas como se fossem a mesma, e não uma analogia.

Este novo ambiente de trabalho pedagógico implica em uma profunda reorganização pedagógica que precisa ser construída na participação, pelos sujeitos, do processo de trabalho pedagógico e no comprometimento institucional no sentido de promover condições e recursos para sua efetivação.

A pedagogia - a ciência da educação - move-se essencialmente pelo processo de comunicação. As formas como se comunicam determinadas informações definem o caráter e o nível da abstração dos processos na construção do conhecimento e implicam no Movimento de Aprendizagem.

Propor a exploração de TCD, particularmente como mediação no processo pedagógico, implica entendê-la não apenas numa relação bilateral, aluno-computador, mas sim no sentido de uma relação multidimensional, em que os sujeitos geram, nos processos de interação mediados pela TCD, *um outro lugar*, uma rede de representações que ao se constituir subverte os padrões de aprendizagem preestabelecidos nos modelos tradicionais.

As novas formas de comunicação geradas pela TCD nas modalidades de *www*, videoconferência e *software* não só rompem com os modelos anteriores de informação como colocam no novo modo do saber uma nova dinâmica no processo de construção do conhecimento, seja na forma científica mais avançada, seja no senso comum.

O trabalho pedagógico tem como objeto material de suas relações o processo de conhecimento, e a qualidade de sua prática é uma propriedade que se constitui através da coerência interna de sua gestão pedagógica. A gestão pedagógica se constitui e se define a partir de uma concepção teórico-metodológica. Isto é, sua concepção implica em fundamentos filosóficos, científicos e metodológicos. É uma ciência que trata de um processo formal de produção da existência do homem e de suas relações com o mundo. Essas relações se estabelecem com base em fatores macroestruturais, culturais - filosofia, ciência e arte - e em fatores microestruturais - epistemologia, pedagogia e tecnologia. Por isso se faz necessário construir um plano conceitual comum, uma determinada concepção pedagógica, para se analisarem fatos e fenômenos que implicam diretamente na construção da existência dos sujeitos quando envolvidos em processos intencionais, sistematizados, como os do trabalho pedagógico. O processo pedagógico define-se num plano de imanência conceitual e operacionaliza-se num plano de gestão determinado pelas relações que se estabelecem nas responsabilidades individuais; nas responsabilidades e prioridades coletivas; nas

responsabilidades dos governos e, de forma específica, nas responsabilidades das agências formadoras - as instituições educacionais. Estas, materializadas nas ações objetivas dos sujeitos do processo, organizadas em sistemas de caráter científico, coletivo-cooperativo.

Para se propor uma ação pedagógica faz-se necessário considerar tanto os fatores macro como os fatores microestruturais, tanto as implicações conceituais como as práticas, pois o modo contempla o conteúdo e a forma em movimento, fluindo um no outro. Tanto na literatura como na produção dos objetos materiais que nos cercam, encontram-se inúmeros trabalhos, pesquisas, estudos e ferramentas desenvolvidas para explorar e avaliar a potencialidade da TCD nos processos educacionais. A maioria deles está centrada em abordagens ergonômicas, contemplando critérios de usabilidade e satisfação dos objetivos, e no uso da tecnologia. Considera-se esse um grande avanço, porém não é em si mesmo suficiente para avaliar e garantir qualidade pedagógica, pois esta pressupõe atender a elementos, fatores e propriedades de uma área da ciência, a concernente à pedagogia. Mesmo com a introdução da TCD nos processos de trabalho pedagógico, e a grande oferta de projetos e produtos informatizados para o ensino, os estudos e pesquisas referentes aos critérios de caráter pedagógico são ainda bastante reduzidos.

As propostas de trabalho pedagógico que exploram TCD raramente superam o modelo tradicional do ensino. Geralmente encontra-se em sistema avançado de comunicação digital a forma tradicional do professor ministrando aula expositiva e os alunos assistindo em inúmeros lugares via televisão, o que pode tornar-se ainda menos produtor, no sentido da aprendizagem, do que a aula expositiva presencial. O mesmo ocorre com a maioria das propostas disponibilizadas em *www*: as mesmas apostilas ou os roteiros e exercícios para o aluno desenvolver e as mesmas questões de avaliação do sistema tradicional. Ou seja, disponibiliza-se na rede um processo no mesmo modelo do que antes era impresso.

Na versão de exploração de *software* em aulas o que acontece não é muito diferente, principalmente quando se utilizam as modalidades mais divulgadas como Tutoriais, Programas de exercício e prática ou mesmo CBTs.

As modalidades de avaliação de ferramentas desenvolvidas nessa área representam bem o pressuposto que define o seu desenvolvimento. Por exemplo, na área de avaliação de *software*, a maioria das ferramentas é desenvolvida e utilizada atendendo a critérios técnico-ergonômicos e a interesses comerciais e de entretenimento. Os trabalhos e pesquisas voltados

para avaliação pedagógica de *software* educacional, de maneira geral, seguem a modelagem dos *checklists*⁶ utilizados em análises de aspectos ergonômicos. Ou seja, uma ou outra proposta volta-se para a questão pedagógica; mas, como analogia à modelagem, respondem a uma avaliação de caráter hierárquico e linear. Os modelos *checklist* estão bastante desenvolvidos mas não contemplam suficientemente os objetivos de uma proposta pedagógica mais dinâmica, a exemplo da pedagogia interacional.⁷

Acredita-se que uma taxionomia de indicadores pedagógicos básicos pode servir de maneira geral tanto para desenvolvimento e utilização de TCD no processo de trabalho pedagógico como para subsidiar a criação de uma ferramenta mais complexa de avaliação de *software* educacional, respeitando os fatores ergonômicos mas atendendo também, de forma específica, à questão pedagógica.

Esta pesquisa trata, portanto, de verificar as interseções entre tecnologia e pedagogia, e na dinâmica de sua mediação construir indicadores de caráter geral para mediação em TCD no processo pedagógico.

Em síntese, o propósito deste estudo sustenta-se nas seguintes considerações:

- a) Os desafios colocados pela evolução da ciência, da arte, da filosofia e, de forma singular, da TCD exigem uma flexibilidade e complexidade cada vez maiores nos processos de formação do homem de maneira geral e de sua profissionalização em particular.
- b) As práticas pedagógicas, de modo geral, não respondem a esses novos desafios enquanto processo organizado para formação de sujeitos, em relação não só à celeridade das mudanças como à ampliação cada vez maior da base de formação necessária a todos os indivíduos para sua inserção como sujeitos no modo de produção da existência transversalizado pelos processos de Comunicação Digital.

⁶ Ver em *Ergonomia em software educacional: a possível integração entre usabilidade e aprendizagem*. Catapan et al. In: II Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais. UNICAMP 1999 24-25. Ou ainda TICESE/1998; MAQSE/1994.

⁷ *Pedagogia interacional*: é uma concepção pedagógica que tem como pressuposto epistemológico o **construtivismo**. Esse modelo não se limita nem ao empirismo nem ao apriorismo, porém admite alguns de seus elementos, superando, no entanto, a relação bilateral. Tem como princípio básico a *interação*. Isto é, entende o processo de conhecimento como a possível interação que se estabelece entre sujeito e objeto. O conhecimento não se determina pelo sujeito nem pelo objeto, mas na possível interação que se estabelece entre eles (o *Tertium*). Nessa concepção integra-se como elemento metodológico a mediação pela TCD.

<http://www.eps.ufsc.br/~hack/Default.htm>

- c) As condições de possibilidades materiais da TCD podem ser exploradas para enriquecer a ação pedagógica, tornando-a congruente e relevante diante dos desafios contemporâneos.
- d) A emergência de novas bases materiais exige uma ação pedagógica inovadora, para garantir a superação dos processos já instalados de transmissão de conteúdo modularizados, por um processo de desenvolvimento de conceitos, operando com múltiplas informações, qualitativamente diferenciadas, não só diante dos seus conteúdos mas também diante da sua forma, modo e processo.

O processo de transformações culturais, célere e profundo, imposto pela TCD implica diretamente no cotidiano e no fazer profissional de todas as pessoas e singularmente do professor. Este está sendo desafiado, ostensivamente, pela radicalidade das inferências que faz nos processos de interações que estabelece, cotidianamente, enquanto sujeito na relação pedagógica.

Acredita-se que é urgente e necessário reconhecer e assumir o compromisso individual/social (para superar o prejuízo da longa omissão) de imergir e emergir nessa nova forma de comunicação que, por um lado, rompe e supera princípios, critérios e valores, e por outro lado vincula novas relações, imprevisíveis, provisórias, voláteis, inéditas, em todos os níveis e dimensões sócio-culturais da existência.

Sem a pretensão de resolver os problemas da relação entre a pedagogia e a tecnologia, mas reconhecendo a singularidade e os limites da natureza dessa inferência, propõe-se fazer as perguntas com a isenção e o rigor que se faz possível, buscando responder na mesma intensidade, estabelecendo para isso um diálogo entre pedagogia e tecnologia.

1.2 Problematizando: a Busca da Diferenciação

Por algum tempo acreditou-se que a matéria era o princípio da mudança, mas hoje se vê a matéria como rigidez, como atraso, atrito. A matéria é irreduzível e mera singularidade. O que demarca a transformação é a mobilidade, é o fluxo. O fundamento tempo e espaço recua até o não-fundamento em uma operatividade ilimitada (Bergson, 1999).

Todo trabalho intelectual implica um universo e exige uma escolha singular. (*O mirante faz o mapa.*) Em razão de sua potencialidade e implicância em todas as instâncias do cotidiano das pessoas, e em especial nos processos de formação do homem, elege-se a Tecnologia de Comunicação Digital - TCD - como problemática central para analisar a

complexidade do novo modo do ser, do novo modo do saber e do novo modo do aprender, dentro das condições de possibilidades de uma interferência pedagógica congruente ao contexto da cibercultura. Nesse observatório, o olhar está dirigido para as implicações da tecnologia nos processos de trabalho pedagógico, analisando-as no próprio contexto em que elas ocorrem e pelo qual estão sendo engendradas, sem no entanto deixar de ampliar o diálogo com os processos de transformação cultural mais amplos, como os da filosofia, da ciência, da arte, da educação e da tecnologia no sentido geral.

O computador tem sido utilizado no processo de trabalho escolar tanto para se ensinar sobre computação quanto para ensinar por meio do computador. No primeiro caso o computador é o objeto de estudo, embora na maioria das vezes os cursos ofereçam apenas informações básicas de como utilizar os comandos explorando as funções programadas; raramente se ensina a programar ou desenvolver um sistema, a não ser em cursos especializados. No segundo caso, o aluno por meio do computador pode apreender conceitos dentro de um determinado domínio, por exemplo história, geografia, matemática.

O uso do computador para ensinar determinado conceito tem sido explorado basicamente a partir de duas concepções pedagógicas: a primeira, o sistema tradicional de Instrução Apoiada por Computador (CAI), em que o modelo de *software* segue métodos dirigidos de pergunta e resposta com base na teoria skinneriana, que se propagou nos processos de trabalho pedagógico, tendo como modelagem original a técnica de instrução programada. Essa modalidade caracteriza uma versão computadorizada dos métodos tradicionais de ensino. Encontram-se em grande escala comercial *softwares* desenvolvidos nesse modelo.

A outra abordagem é a da Instrução Inteligente Assistida por Computador (ICAI), baseada na Ciência da Cognição e mais recentemente muito explorada pelos sistemas de interatividade⁸ que utilizam recursos de *multimedia*⁹ e *hipermedia*. Atualmente esses

⁸ *Interatividade*: utilizada na linguagem da informática para expressar as interfaces estabelecidas entre o usuário e a máquina, entre diversos *hardwares* e *softwares*, bem como entre diversas redes. BRUILLARD & VIVET (1994) ampliam esse conceito: “Significa associar recursos informatizados aos não informatizados nas relações aluno/aluno, aluno/professor e professor/professor”. Diferencia-se de interação. *Interação e Interatividade* são dois termos que têm sido usados, de forma geral, como sinônimos, mas ambos, conceitualmente, têm significados muito diferentes. Enquanto o conceito de interatividade designa uma interface entre um indivíduo e uma informação informatizada, entre um indivíduo e outro mediados pela tecnologia, o conceito de interação especificamente na área de epistemologia designa a relação sujeito/objeto que se estabelece numa multiplicidade de ações e coordenação de ações no processo de conhecimento. O termo **interação** neste trabalho é empregado

programas têm sido enriquecidos com recursos como hipertextos, imagens em vídeo, som e animação, superando a linguagem linear pelos recursos de *hipermedia*. Um avanço significativo tem-se observado, ultimamente, com o desenvolvimento dos sistemas de simulação apoiados nos princípios de interação e imersão para desenvolver sistemas de mediação para o processo de trabalho pedagógico. Estes, porém, são ainda bastante restritos em virtude do caráter de singularidade, do alto investimento que demandam, e por isso têm uma circulação em escala de mercado.

Entretanto, percebe-se que o uso da TCD no processo de trabalho pedagógico, por si mesmo, não altera em essência a qualidade deste no que diz respeito à aprendizagem. É preciso associar propostas pedagógicas inovadoras à exploração de tecnologias avançadas, e esse é o desafio maior. Sem mudar o princípio pedagógico, o computador pode continuar sendo uma máquina de *ensinar um determinado assunto ao Aprendente*, de forma fragmentada e hierarquizada, detendo o controle do processo, como ocorre no processo escolarizado convencional, ou seja, reproduzindo analogicamente o método da transmissão, da reprodução e da avaliação da pedagogia tradicional, talvez diferenciado por características mais agradáveis e ricas em ilustrações e atividades, porém reduzido ao mesmo princípio epistemológico do empirismo ou em alguns casos ao apriorismo. O mesmo acontece quando se explora videoconferência ou a *Web* sem fundamentar-se em uma nova visão pedagógica.

A aposta desta pesquisa é de que se a TCD implica no modo de se estabelecerem relações entre os sujeitos, implica também no modo como os sujeitos aprendem. Portanto, se for explorada de forma concernente com pressupostos pedagógicos que se definem por um novo modo do saber e um novo modo do apreender, pode enriquecer grandemente o Movimento de Aprendizagem.

Acredita-se que não só com o computador mas com este associado aos demais *media* que suportam a tecnologias de comunicação digital pode se propor mediações pedagógicas muito mais prazerosas e efetivas, viabilizando processos de interação cooperativa. Alguns

no sentido da teoria de conhecimento fundada na epistemologia genética. Piaget, 1988 e Ver também: CATAPAN, 1993, p. 57-80.

⁹ **Media:** - pronúncia fechada *mêdia* - quer dizer meios. É plural de *medium*. Trata-se, portanto, de apropriação do termo latino utilizado para *meios*. Embora seja amplamente utilizado nos meios publicitários, jornalísticos e mesmo editoriais, o termo *mídia*, a rigor, é equivocado. Sua origem é a mesma da língua portuguesa: o latim. Este termo foi importado para a língua inglesa. *Mídia*, em português, seria então um segundo silogismo importado, agora da pronúncia do termo em inglês, e não de sua origem, que é latina. Outro equívoco é utilizar o termo *mídia* como singular, por exemplo: a *mídia* televisão.

autores têm pesquisado e feito propostas nesta direção, como VALENTE 1993; FAGUNDES 1999; DILLENBOURG 1993 e 1998; SANCHO 1998, WINN 1997, DEDE 1998, TOM THE JOHM 2000. Nessa perspectiva o computador não é encarado como um instrumento que ensina o Aprendiz, e sim uma ambiência que o Aprendiz utiliza para executar um plano de estudos, explorando todos os recursos que o instrumento pode lhe proporcionar: banco de dados, banco de textos; processo de resolução de problemas; simulações de fatos e fenômenos (biológicos, físicos, artificiais, hipotéticos); experimentação virtual, imersão em realidade virtual. De maneira geral a potencialidade dos recursos da TCD pode ser explorada para se efetivar uma aprendizagem baseada na demonstração e resolução de conflitos e de construções conceituais de forma compartilhada numa dinâmica de espaço e tempo inigualável. Portanto, um olhar nessa perspectiva pode vir a ser uma terceira aposta, que tem ainda muitos aspectos a serem investigados, propostos e testados.

Esta pesquisa norteia-se por uma questão básica que se fundamenta nesta questão: como os recursos informatizados podem contribuir para enriquecer o processo pedagógico, promovendo um Movimento de Aprendizagem capaz de garantir o nível da Generalização do Conceito?

A Linguagem Digital altera o modo da informação e da comunicação em todas as dimensões da existência, emergindo como um novo modo do saber, que, conseqüentemente, requer um novo modo do aprender, por isso a hipótese que move a pesquisa – “Uma ação pedagógica mediada por um sistema informatizado pode garantir uma aprendizagem qualitativamente diferenciada, promovendo o nível de generalização conceitual” – é perquirida ao longo do processo, registrando-se as pulsões provocadas pelos vórtices e acontecimentos observados.

Atualmente, encontram-se diversas instituições e cursos investindo nessa direção: alguns utilizando-se dos recursos que o mercado oferece, outros produzindo seus próprios recursos para manter uma unidade na gestão pedagógica.

A temática central da discussão é a interseção entre Pedagogia e Tecnologia e como limite de observação a análise de alguns *softwares* que estão sendo desenvolvidos e utilizados nos cursos de engenharia no Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina. Mais especificamente as experiências desenvolvidas do Projeto Piloto MEC/SESu - Apoio informatizado ao ensino de graduação em disciplinas básicas do Curso de Engenharia.

Este estudo tem por objetivo construir indicadores pedagógicos, construindo princípios e critérios para mediação em TCD (Tecnologia Avançada de Comunicação Digital) a partir da análise de ações pedagógicas mediadas por recursos informatizados. Este objetivo desdobra-se em ações básicas como: a) analisar as interseções entre Pedagogia e Tecnologia que implicam no Movimento de Aprendizagem, observando Ambiências Pedagógicas que são mediadas por recursos informatizados; b) observar sistematicamente os diferentes Movimentos de Aprendizagem em diversas Mediações Pedagógicas desenvolvidas no ensino das engenharias e mediadas por um sistema de simulação; c) construir uma taxionomia de indicadores para mediação pedagógica em TCD a partir da análise das Mediações Pedagógicas observadas.

Esta pesquisa está em todo o percurso transversalizada pelas pulsões provocadas pela Tecnologia de Comunicação Digital, e o processo de estudo como um todo se desenvolve através dos seguintes Planos:

- Primeiro: Diálogo com autores contemporâneos, identificando as implicações dos avanços da Tecnologia da Comunicação Digital, singularmente no modo do ser, no modo do saber e no modo do apreender. Este diálogo desdobra-se em tríades temáticas: Filosofia, Ciência e Arte: o modo do ser; Epistemologia, Pedagogia e Tecnologia, o modo do saber; e Interação, Abstração e Virtualização: o modo do apreender. Este diálogo desdobra-se na construção de uma metodologia para identificação e análise do Movimento de Aprendizagem promovido nas tensões entre Tecnologia e Pedagogia.
- Segundo: Reconhecimento da ambiência de aprendizagem e dos sistemas que estão em desenvolvimento no Projeto Piloto MEC/SESu no Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina - CTC/UFSC. Para essa primeira aproximação foram selecionados e caracterizados cinco subprojetos: 1) Transcal 1.1 Software Educacional para o Ensino de Condução de Calor; 2) Circuitos Auxiliados por Simuladores Elétricos; 3) Informatização de Experimentos do Laboratório Didático de Mecânica, Acústica e Termodinâmica do Departamento de Física; 4) Apoio informatizado no ensino das disciplinas de Matemática nas Engenharias da UFSC; 5) SEstat - Sistema Especialista para o Apoio do Ensino de Estatística (Apêndice VI, DS 14).
- Terceiro: Verticalização das observações, analisando-se em três dimensões diferentes Mediações Pedagógicas e a implicação do uso de um dos *softwares* caracterizado no segundo plano – o SEstat (Sistema Especialista de Apoio ao Ensino de Estatística). Estas

observações foram feitas por aproximações sucessivas e denominadas de MPG1- Mediação Pedagógica 1, MPG2 - Mediação Pedagógica 2 e MPG3 - Mediação Pedagógica 3, e têm como foco as diferenciações entre uma ação pedagógica mediada por um sistema informatizado e uma ação pedagógica no modelo convencional.

- Quarto: Descrição e análise das observações feitas nas MPGs, identificando o Movimento de Aprendizagem e as implicações com a mediação de recurso em simulação digital. As informações empíricas foram tratadas estatisticamente no método de análise multivariada e analisadas em relação às categorias conceituais eleitas. Nas análises realizadas nas interseções significativas identificadas como *vórtices*¹⁰ e acontecimentos¹¹, identificam-se propriedades imanentes no processo pedagógico implicadas com a mediação por recursos informatizados.
- Quinto: Elaboração de uma taxionomia (princípios e critérios) para mediação pedagógica em TCD, para promover um Movimento de Aprendizagem em nível de Generalização de Conceito, tendo como pulsão três planos: uma concepção pedagógica como Plano de Imanência; as inter-relações entre seu atores como Plano de Gestão e com seus elementos e fatores como Plano Infra.

Em síntese, desse mirante – na emergência da cibercultura - é que se observa o modo do ser, o modo do saber e singularmente o modo do apreender. Com enfoque acentuadamente epistemológico se fazem as análises e as inferências implicadas no Movimento de Aprendizagem de uma ação pedagógica mediada por um sistema de simulação digital. Essa reflexão exclui simultaneamente tanto o empirismo como o apriorismo em favor de uma construção contínua comportando aspectos indissociáveis de totalidades relacionais e de desenvolvimento histórico que se faz por constantes ultrapassagens dialéticas implicadas diretamente com a TCD.

¹⁰ *Vórtices*: no sentido figurativo - remoinhos numa torrente. A estrutura e a distribuição dos vórtices constituem uma espécie de conteúdo da descrição do movimento. Não estão separados da atividade formativa do fluxo da torrente que cria, mantém e finalmente dissolve a totalidade das estruturas em vórtices. Portanto, querer tentar eliminar os vórtices sem mudar a atividade formativa da torrente seria um absurdo. Segundo Bohm, 1998.

¹¹ *Acontecimento*: é o processo dinâmico que atualiza a Idéia e se dá por uma ampla diferenciação das espécies, das partes e dos caracteres, supondo dinamismo espaciotemporal.

II Carta Náutica

O RETORNO A SI COMO UM INTEIRAMENTE OUTRO

São dois modos de individuação,
dois modos de temporalidade muito diferentes.
De um lado, Cronos, “o tempo da medida, que fixa as coisas e as pessoas,
desenvolve uma forma e determina um sujeito.
Cronos é o tempo que reina no pólo paranóico: é o tempo do relógio, do calendário, do
compromisso; é o tempo da memória, que faz história.
O outro tempo, o outro modo de temporalidade é Aion, “o tempo do acontecimento puro e do devir”,
“a linha flutuante que só conhece velocidades ...”.
Entrar em Aion é “cessar de ser sujeitos para devir acontecimentos”.
Deleuze & Guattari

1. O Retorno a Si Como Um Inteiramente Outro

O processo de transformação no modo de produção da existência não se dá gratuitamente e sim dentro de um determinado contexto em que as contingências fundamentais provocadas pelo avanço científico-tecnológico se implicam radicalmente. Uma dessas contingências atuais mais determinante é a Tecnologia de Comunicação Digital.

Nos anos setenta, o desenvolvimento e a comercialização generalizada de microcomputadores aceleram os processos econômicos e sociais, que abrem uma nova fase industrial, estendendo-se também para a área de serviços e para o cotidiano das pessoas.

A partir dos anos 80, a informática funde-se com as telecomunicações, editoração, cinema e televisão - é a exploração dos recursos *multimedia*. A digitalização torna-se a infraestrutura não só da produção mas da comunicação. No início dos anos 90, as tecnologias digitais ampliam-se ainda mais, constituindo a infra-estrutura do ciberespaço. Isto quer dizer que diferentes redes juntaram-se umas às outras, conectando computadores e pessoas numa teia cultural espontânea e imprevisível. Surge um novo espaço de comunicação, de sociabilidade, de organização e transações, um espaço para um novo mercado de produção e de consumo. Esse novo mercado tem como matéria-prima a informação e o conhecimento, objetivando-se em um novo espaço/tempo - ciberespaço¹.

O ciberespaço abriga não só uma infra-estrutura material de comunicação digital; abriga também o universo de informações e de seres humanos que navegam e alimentam esse

¹ *Ciberespaço*: esse termo foi inventado em 1984, por William Gibson, em seu romance de ficção científica *Neuromante*. No livro, o termo designa o universo das redes digitais, descrito como campo de batalha entre as multinacionais, palco do conflito mundial, nova fronteira econômico-cultural. Em *Neuromante*, a exploração do ciberespaço coloca em cena as fortalezas de informações secretas e protegidas pelos programas ICE, ilhas banhadas pelos oceanos de dados que se metamorfoseiam e são trocados em grande velocidade ao redor do planeta. Alguns heróis são capazes de entrar 'fisicamente' nesse espaço de dados para lá viver todos os tipos de aventuras. O ciberespaço de Gibson torna sensível a geografia móvel da informação, normalmente invisível. Pierre Lévy (1999) toma-o para designar o espaço de comunicação aberto pela interconexão mundial dos computadores e das memórias dos computadores, como o conjunto de sistemas de comunicação eletrônicos, na medida em que transmitem informações provenientes de fontes digitais ou destinadas à digitalização.

universo. Daí surge o neologismo "cibercultura". Ou seja, cibercultura é o conjunto de técnicas, de materiais, de atitudes, de modos de pensamento, de valores, que vão se constituindo e crescendo exponencialmente junto com o desenvolvimento do ciberespaço. A cada minuto novos atores entram em cena, novas informações são injetadas na rede, mais esse espaço se amplia (Lévy, 1990).

O saber universal no ciberespaço não possui um centro, um eixo, regras ou controle, embora contenha limites técnicos em relação ao acesso. Todas os saberes são injetados nesse espaço, desde o mais simples ao mais avançado, do mais nobre ao mais nefasto (se é que se pode assim classificar algum tipo de saber produzido historicamente). Não se entende, no entanto, que é um espaço neutro ou sem conseqüências. Muito pelo contrário, as interconexões que se estabelecem têm imensa repercussão nas questões econômicas, sociais e culturais. A cibercultura está demarcada por contingências como globalização, simultaneidade e ruptura. Estas contingências afetam radicalmente o conceito de tempo e espaço, provocando rupturas céleres e profundas no sistema de valores e de relações entre as pessoas, os grupos, as nações.

Fala-se muito em globalização do capital como se fosse um modo de ser novo do sistema. Porém o capital, pela sua natureza intrínseca, sempre foi globalizado. Atualmente ganhou maior espaço e mobilidade pela exteriorização e flexibilização através dos meios de comunicação. São estes meios que colocam condições de possibilidades para um processo de globalização não só do capital, mas das relações entre os indivíduos, superando a lógica linear de espaço, tempo e valores. O capital, em sua gênese, constrói-se globalizado, sem fronteiras. Pode ter tido, ao longo da história, alguns *locus* mais constantes, por exemplo na Índia, na Europa, na Inglaterra, na América do Norte, no Japão. Atualmente, estende-se frente ao resultado a *locus* mais significativos que outros, mas não se constitui em fronteiras diante do resultado de seus diferentes processos de abstração. Hoje o valor circula em forma de *bits* em um mercado de capitais, volátil, fluido, desterritorializado. Os grandes negócios acontecem via *www*. O mercado se faz cada vez mais intenso e extenso pela globalização da comunicação. A abstração do valor em forma de signo e sua globalização através dos meios de comunicação alteram as formas da riqueza. Hoje, a riqueza é signo, é pura representação, é informação, não se reduz à moeda nem ao produto. Tem-se hoje um verdadeiro mercado de

informações. A informação tornou-se um meio de produção e consumo (Catapan & Thomé, 1999).

As novas formas de comunicação digital superam os atuais conceitos de tempo e espaço, rompendo os vínculos sociais já estabelecidos entre pessoas, grupos, nações. A nossa concepção de tempo e espaço não dá mais conta da leitura da realidade. Essa nova dimensão de tempo e espaço está cada vez mais definida em *bits - em fluxo de impulsos*. Simultaneamente, convive-se com inúmeras abordagens, concepções, culturas, valores. Pode-se estar aqui e não estar aqui. Podemos estar aqui em estado atual e virtualmente em outro lugar, em outros lugares, ao mesmo tempo. O mesmo saber pode ser acessado no mesmo espaço, ao mesmo tempo, por diversas formas de comunicação, por inúmeros indivíduos, e sofrer interferências destes, sendo alterado substancialmente em sua forma e conteúdo e simultaneamente disponibilizado na forma universal.

É o estado de simultaneidade nas novas relações de tempo e espaço, que garantem a celeridade dos processos de comunicação, provocando uma ruptura constante em nossas concepções, em nossas certezas, em nossos laços sociais, étnicos, políticos, econômicos. O homem moderno carrega em si mesmo a ruptura. Esse processo de ruptura constante, simultâneo, de uma celeridade incrível, coloca o homem em estado de instabilidade, de insegurança, de imprevisibilidade. Cada vez que se encara o horizonte, se depara com o imprevisível. Somente o imprevisível (Forquin, 1993).

Os processos de globalização, de simultaneidade e de ruptura não só colocam um novo conceito de tempo e de espaço, mas subornam os valores estabelecidos historicamente. Nossos saberes, nosso valores são transversalizado² por inúmeros saberes e pelos mais diversos valores todo o tempo, simultaneamente. Como então trabalhar a formação do sujeito para que enfrente um horizonte imprevisível e transversalizado por um dilúvio de informações?

A presença ou a ausência desta ou daquela técnica de comunicação remete a um determinado grupo social e localiza-o no tempo e no espaço. Por exemplo, a oralidade primária remete a um marco histórico que precede a escrita. Na oralidade prepondera o saber prático, mítico - o saber é encarnado pelo indivíduo ou pelo grupo a que se vincula através de

² Por *transversalidade* entende-se uma rede simbólica, relativamente estruturada e estável, constituída como uma espécie de *banho de sentido* em que se misturam significações, referências, valores, mitos e símbolos, internos e externos ao sujeito, no qual ele está imerso e pelo qual sua vida assume um peso existencial (Barbier, 1998).

sinais. O estatuto da escrita remete a uma fase da oralidade secundária em que a oralidade é complementar à palavra escrita. A passagem da oralidade à escrita constitui um referencial significativo na evolução da espécie humana. O homem objetiva seu pensamento imprimindo-o, perpetuando-o e disseminando-o ao longo da história em diferentes linguagens. O saber é transmitido para o livro - por exemplo, os textos sagrados, os clássicos - e pertence a quem domina o conhecimento letrado. A materialização das formas de linguagem vai se transformando de sinais rupestres para sinais gráficos e destes para a linguagem digital. A linguagem digital constitui um novo espaço, atemporal, etéreo, fluido, plástico. Ou seja, o saber vai migrando de sinais rupestres para a escrita em lousa, pergaminhos, enciclopédias, bibliotecas, imprensa, rádio, televisão, cinema, rede e para o CD Rom - o novo pergaminho.

A linguagem digital contém, simultaneamente, todas as formas de comunicação. Comporta simultaneamente a oralidade, a escrita, a imagem, o som, o movimento, colorindo idéias, ações, sentimentos - acontecimento que engendra um novo saber. O modo de saber no ciberespaço é o diferencial que engendra a cibercultura. O homem objetiva suas realizações e objetiva-se em forma de *bits*. Os *bits* estão em outra dimensão de tempo, seu espaço é volátil, fluido, dinâmico e imprime um ritmo de celeridade, ruptura, provisoriedade. A linguagem digital desterritorializa o saber, desmaterializa a informação (Lévy, 1999).

O ciberespaço é uma rede constituída e alimentada por *bits* e não tem apenas dois lados: o positivo e o negativo; tem um *Tertium* que pode se reconstruir indefinidamente. É um espaço livre sem controle, onde se veiculam todos os tipos de informações e sem limites formais de acesso (embora a maioria das pessoas ainda se encontre excluída dele), pois alguns serviços são aparentemente gratuitos. As condições de acesso são expressamente comercializadas, entretanto disponíveis, implicando todos os indivíduos em suas contingências. Por exemplo, a questão do acesso limitado não anula a potencialidade do espaço, e a ausência de controle não anula o risco de se estar imersos em um dilúvio de informações. Todas as informações podem fluir e ser transversalizadas pelos mais variados interesses, por este ou aquele tipo de seleção e de inferência. O acesso e a exclusão, vistos por outro ângulo, são questões que não se opõem e sim se implicam³.

³ *Implicação*: a ordem da implicação envolve tanto o envolvente quanto o envolvido, a profundidade e a distância. Quando uma intensidade envolvente exprime claramente tais relações diferenciais e tais pontos relevantes, ela não deixa de exprimir confusamente todas as outras relações, todas as suas variações e seus pontos (Deleuze, 1988).

O significativo é que o ciberespaço comporta amplas possibilidades de interação, de acesso, de comunicação, permitindo que inúmeros sujeitos, com os mais variados pontos de vista, possam selecionar e eleger a mesma trajetória, construindo coletivamente uma compreensão densa e múltipla a respeito de determinado tema, de determinado objeto ou fenômeno. O sujeito que "navega" é quem elege, é quem seleciona o que quer ver, o que vai fazer com a informação e com quem quer compartilhar sua construção.

Essa construção é transversalizada por um fio de interesse que congrega, que vincula inúmeros pontos de vista em diferentes níveis de conhecimento, nas mais variadas abordagens, simultaneamente. Como se a rede estivesse sendo varada por um feixe de luz (um acontecimento) que ilumina alguns pontos sem eliminar os outros. Uma rede tecida em vínculos que sustentam os contatos entre as pessoas, grupos, nações, construindo uma nova cultura, a cibercultura. Entretanto, essa rede não se faz apenas de informações. Por trás das informações estão as pessoas, que pensam, que sentem, que vibram, que criam, que pulsam. Pessoas que estabelecem contatos pessoais, universais e transversais. Os temas, os objetos, as questões são lincadas a partir de inúmeros pontos e vão tecendo uma outra forma de ser, de conhecer, de pensar, emergindo em uma forma de inteligência coletiva que prolifera indefinida e anarquicamente.

Essa nova forma de interação entre sujeitos, esse novo modo de conhecimento desinstala certezas, subverte o *locus* do poder do saber, ameaça os monopólios (principalmente os mitos acadêmicos). É a bomba das telecomunicações a que se referiu Einstein nos anos 50. Esse novo espaço, o espaço da cibercultura, funda um novo modo de conhecer. Um modo aberto e ao mesmo tempo transversal, convertendo-se em um processo de ruptura drástica com as referências de tempo, de espaço e de valores até então socialmente construídos e reconhecidos.

A transversalidade como um novo modo de conhecer não é, portanto, apenas uma falácia, ou mais um argumento emblemático criado pelo sistema, como alguns críticos entendem. É uma dimensão determinante nessa nova forma de se comunicar. Os sujeitos podem, de forma ampla e dinâmica, interagir com os mais variados objetos, num processo de interdeterminação que implica sujeito e objeto numa transformação célere e desenraizada de pressuposto. Ocorre uma ressignificação profunda nos conceitos, desde os mais simples aos

mais avançados. Um verdadeiro processo de deslegitimação dos saberes até então reconhecidos e aceitos socialmente.

O grande impacto das transformações que estão ocorrendo está sendo promovido pela globalização da comunicação. A celeridade e a forma como se selecionam e se veiculam as informações altera o valor das coisas, altera as relações sociais em diversos sentidos. Suborna valores e rompe vínculos até então considerados determinantes, básicos nas relações sociais.

Atualmente se vive a sociedade da informação, a sociedade do signo. Informação veiculada de forma digitalizada ou não, vendida na forma de mercadoria de alto valor. Uma mercadoria facilmente manipulada por quem domina os meios de comunicação. Esta é a era da produção e do consumo da informação. Informação mercadoria, unidade de troca e alto valor, é dinheiro, poder, força, riqueza. Acredita-se, sim, que esta é a sociedade da informação. A sociedade da informação traz em imanência condições para uma sociedade do conhecimento.

Um caso simples porém contundente de transformação nas relações sociais básicas em consequência da forma de Comunicação Digital pode ser exemplificado. Antes tinha-se um espaço, um local e um tempo, bem determinados, para se fazer o trabalho. Precisava-se de um saber especializado para mantermo-nos empregados. Hoje não se tem mais espaço nem tempo determinado e não basta saber fazer algo especificamente, é preciso aprender a ler, a escrever, interpretar as mais variadas formas de linguagem. É preciso desenvolver condições de empregabilidade - uma formação ampla, flexível e profunda enquanto especificidade e processo. Ou seja, é preciso desenvolver competências para interferir numa realidade em estado de imprevisibilidade. Esse é o grande desafio de qual os esquemas mentais, constituídos para outro ritmo, não dão conta. A forma de pensar, de agir, de reagir, está no ritmo e no peso dos esquemas construídos com base somente na matéria integral (*átomos*); entretanto a realidade, a ambiência move-se no ritmo e na leveza dos *bits*. Os átomos ocupam espaço físico significativo, sua mobilidade é limitada a um determinado tempo físico e sobretudo passível de controle. *Bits* têm outro ritmo, não se definem por minutos, ou não minutos, são céleres, plásticos, voláteis, fluidos, dinâmicos, instantâneos.

Morin (1998), em um de seus últimos livros - *Ciência com Consciência* -, mostra as implicações entre os prodigiosos poderes de manipulação tecnológica da ciência, os problemas de caráter ético-moral e a necessidade epistemológica da construção de um novo

paradigma que supere o determinismo, a simplificação, a linearidade, incorporando a complexidade, a celeridade, a dinâmica necessária para apreensão da realidade. Morin faz uma análise rigorosa e contundente do novo modo do saber permeado nas questões da ciência, da técnica e da sociedade.

Na mesma direção, porém, tomando como análise o objeto da comunicação digital, Lévy (1999) aborda de forma especial a relação do saber com a emergência de uma nova cultura, anunciando também um novo paradigma epistemológico para a leitura da realidade. Seu trabalho está mais centrado na análise dos atributos da tecnologia que propriamente na ciência, como faz Morin, mas encontram-se em ambos elementos básicos para se repensar o modo do fazer pedagógico congruente com essa cultura imanente, a cibercultura.

Questionam-se, no entanto, as condições de acesso objetivo a esse saber, que são ainda muito limitadas. Porém as pessoas e os grupos que detêm o poder (e até certa forma definem o rumo da nossa história) têm amplo acesso e não só usam os *media* para articular grandes decisões como para realizar grandes negócios, movimentando volumes inéditos de capital e definindo os destinos do mercado de produção, de consumo e de trabalho. São decisões e movimentos que atingem a todos. Direta e indiretamente todos estão implicados nessa forma de produção histórica da existência - o arbítrio é do homem.

Esse modo de saber transversal que engendra a cibercultura pode, analogamente, ser entendido como uma terminação sináptica (Maturana & Varela, 1980) que cruza os espaços entre as membranas, desencadeando uma permuta elétrica na célula receptora. Essa corrente possibilita uma influência mútua localizada e não-difusa, generalizada, ou seja, cada uma das terminações faz uma contribuição pequena à permuta total da atividade elétrica do neurônio a que se conecta, fazendo-o capaz de influenciar quimicamente a estrutura de todos os neurônios a ele conectados.

Entretanto, para entender esse novo modo do saber é preciso romper com os esquemas cristalizados de formação, que calibram o olhar na direção do sistêmico, do hierarquizado, do fragmentado, de um currículo estratificado a partir de alguns fundamentos. É preciso exercitar um olhar multidimensional para captar a realidade desse movimento sutil, fluido, que enreda, e que fascina. (*O fascínio é delírio e é belo, mas pode ser fatal.*) É preciso colocar-se na fronteira do paradigma para saborear o novo entorno e se entender nele, num entorno que vai se definindo cada vez mais pela TCD.

Na cibercultura, o poder do saber não está mais centrado em uma pessoa ou em um grupo de pessoas, em uma determinada hierarquia curricular, ou naquele livro. Está distribuído, materializando a idéia de que o saber tem uma volatilidade e um movimento intenso. E o mais interessante, é um saber alimentado transversalmente por inúmeros saberes, por pessoas de todas as partes do mundo e de todos os níveis sócio-culturais.

Os limites estabelecidos nos esquemas predefinidos que estão muito presentes nos modos do fazer pedagógico podem ser superados e enriquecidos com o novo modo do saber explorando a TCD. Acredita-se que se há algo de novo a ser engendrado nesse espaço é a possibilidade de se desenvolver conceitualmente uma idéia de *currículo topológico*, que comporte o modo transversal do saber. Dito de outro modo, compreender o espaço do saber transversal no sentido interacional, cooperativo, compartilhado, seja a partir do conceito mais avançado, seja do saber cotidiano, sem entretanto estar limitado a uma organização estrutural hierarquizada. Construir um espaço de conhecimento processual, em que sujeitos e objetos interajam, implicando-se e autodeterminando-se transversalmente. Nessa concepção o currículo não se limita a uma grade de disciplinas e conteúdos, mas a uma rede de significados, de concepções, de conceitos, de valores, de saberes, que se interconectam, engendrando novos conhecimentos. Para isso, é preciso admitir que o saber transversal impregna todas as situações de aprendizagem trabalhadas. O sentido do saber transversal atravessa, interpela, mistura, confronta inferências, as mais variadas. Em outras palavras, dir-se-ia que se trata de uma necessidade emergente de superar a pedagogia das disciplinas e dos conteúdos pela **pedagogia do conceito** (Deleuze & Guattari, 1997).

O desafio que se propõe com esta pesquisa é tomar o ambiente - o ciberespaço - como uma analogia para melhor entender a relação entre o fazer pedagógico e a cibercultura. Ou seja, trabalhar com a possibilidade de explorar as formas transversais do saber para orientar os sujeitos nos processos de conhecimento, ancorando-os em valores legitimados pelo compromisso com uma determinada qualidade de vida compartilhada ecosoficamente. Isto é, legitimar o modo do saber transversal, construindo, individual e coletivamente, um referencial de valores éticos, não fundado em normatizações *a priori* ou externas, mas construído compartilhadamente, na interação possível, criando um espaço singular nesse ciberespaço. É necessário explorar esse modo do saber, garantindo o movimento dinâmico de interação entre sujeitos e objetos que se implicam e se interdeterminam, se conectam sem estratificação,

numa rede em que, a cada momento, alguns nós vinculam-se a esses ou àqueles conceitos, sem contudo excluir ou desconsiderar os demais, num equilíbrio dinâmico promovido pelo acontecimento.

Trata-se de construir, então, uma analogia entre ciberespaço e espaço pedagógico. O ciberespaço é indeterminado e instantâneo, congrega diferentes momentos do saber, de conhecimentos, de experiências históricas da espécie. Explora todas as formas de linguagem, oral, escrita, som, imagem, cores, plasticidade. A TCD comporta, simultaneamente, os três grandes momentos da evolução da comunicação: o da linguagem oral, o da linguagem escrita e o da linguagem digital. A comunicação digitalizada é fluida, é volátil, não tem tempo nem espaço limitado, não tem *locus*, não só desterritorializa o saber como legitima saberes e valores inimagináveis.

O processo pedagógico pode trabalhar essa questão do novo modo do saber ao tomar como cenário a concepção de cibercultura e seu princípio de transversalidade, possibilitando experiências de aprendizagem em diferentes níveis. A transversalidade como novo modo do saber, objetivada como ação pedagógica, destituiu pessoas, grupos e instituições do poder e do domínio sobre determinado conhecimento. Aquele conhecimento que esteve por muito tempo centrado no saber do professor, do supervisor, do administrador, do diretor ou no livro didático deixa de ser domínio privado, passa a ser objetivamente compartilhado e ancorado em princípios e prioridades definidas e construídas coletivamente.

Esse novo modo de saber ilumina longitudinalmente o processo pedagógico e pode ser encarado, analogamente, a uma construção em rede, que simula fatos, fenômenos e experiências inéditas, demarcando uma determinada forma de conhecer. O modo transversal do saber elege diferenciados pontos em um currículo, com maior ou menor significância, sem eliminar ou desconsiderar nenhum outro. O saber transversal tem caráter imprevisível, momentâneo, flexível, temporário, porém em momento algum é superficial. O processo de conhecimento é encarado como um processo dinâmico que evolui pela intensidade do acontecimento entre Idéia e Conceito, sem no entanto limitar-se a finalidades preestabelecidas. Evolui de uma especificidade profunda para a generalização cada vez mais complexificada.

Esse modo de saber concerne a uma ação pedagógica não como um processo de transmissão de determinados conteúdos fragmentados e hierarquizados, mas exige um

processo organizado de construção dinâmica de conceitos, através de experiências diretas ou virtuais no sentido da simulação. As áreas e as disciplinas não têm um fim em si mesmas, mas são meios por onde fluem a leitura e a reelaboração da realidade como o próprio processo de desenvolvimento do sujeito na dimensão ontofilogenético.

A educação tem como mote principal a cultura. Quando a cultura sofre transformações tão céleres e profundas como as que se enfrenta hoje, não há outra forma de fazer o pedagógico a não ser pela transformação. A cibercultura impõe um desafio radical aos profissionais da educação. Para enfrentá-lo acredita-se que se faz necessária uma nova *carta náutica*, elegendo ícones inéditos para navegar numa construção multidimensional.

A princípio, neste estudo, toma-se como ponto de partida o entendimento da ambiência da sociedade atual. Para isso, é preciso correr o risco, ter a coragem de colocar-se na fronteira do paradigma e observar o entorno, despindo-se de esquemas predefinidos, abdicando dos territórios privados das disciplinas e dos pressupostos excludentes. Ou seja, encarar o limite do imprevisível para entender o novo modo do existir no fazer pedagógico.

Empreender um estudo de pesquisa nessa direção pressupõe tomar como base uma concepção emblematicamente epistemológica para analisar a sociedade com relação ao modo de produção e desenvolvimento da existência, percebendo as contradições implícitas nas formas de interferência de uma proposta pedagógica delineada pela possível congruência em relação às demandas da ciência, da filosofia, da arte, da cultura e da tecnologia, que imprimem a identidade do homem contemporâneo - do homem *observador-observado* - sujeito na construção do novo modo do ser e do saber e do apreender (Maturana, 1998).

2. Filosofia, Arte e Ciência: o Modo do Ser

Pode-se falar do cérebro como Cézanne da paisagem: o homem ausente, mas inteiro no cérebro...A filosofia, a arte, a ciência não são objetos mentais de um cérebro objetivado, mas os três aspectos sob os quais o cérebro se torna sujeito-pensamento-cérebro, os três planos, as jangadas com as quais ele mergulha no caos e o enfrenta.

Deleuze

Para que haja o mínimo de ritmo, de acordo, ou de pulsão entre pensamento e coisas, entre Idéia⁴ e Conceito⁵, é preciso que se estabeleça um corpo cuja conformidade coloca no presente o significativo do passado e antecipa o possível, o futuro. Algo que promova o Acontecimento. É disso que se carece para formar uma opinião, defender uma idéia ou engendrar uma aposta. E uma aposta que pretende ir além da doxa⁶ precisa proteger-se do caos traçando nele e sobre ele um plano. Para Deleuze & Guattari (1997), a Arte, a Filosofia e a Ciência definem o plano para a travessia necessária pelo caos.

O que o filósofo traz do caos são variações que permanecem infinitas, mas tornadas inseparáveis sobre superfícies ou volumes absolutos que traçam um plano de imanência secante: não mais associações de idéias distintas, mas reencadeamentos, por zona de indistinção num conceito. O cientista traz do caos variáveis, tornadas independentes por desaceleração, isto é, por eliminação de outras variabilidades quaisquer, suscetíveis de interferir, de modo que as variáveis retidas entram em relações determináveis numa função: não mais são liames de propriedade nas coisas, mas coordenadas finitas sobre um plano secante de referência, que vai das probabilidades locais a uma cosmologia global. O artista traz do caos variedades que não constituem mais uma reprodução do sensível no órgão, mas erigem um ser do sensível, um ser da sensação, sobre um plano de composição anorgânica, capaz de restituir o infinito. Trata-se sempre de vencer o caos por um plano secante que o atravessa (Deleuze e Guattari 1997: 260).

⁴ *Idéia*: unidade visível na multiplicidade, tem caráter privilegiado em relação a multiplicidade, pelo que é freqüentemente considerada a essência ou a substância do que é múltiplice. Esse é o ponto de vista de Platão, Aristóteles e Kant (Abbagnano, 1998). Em Deleuze (1988:332) a Idéia contém todas as variedades de relações diferenciais e todas as distribuições de ponto singulares coexistindo nas diversas ordens e 'perplicadas' umas nas outras. Idéia é o virtual que se atualiza pela diferenciação. Idéia e virtual são completamente determinados (332)

⁵ *Conceito*: conceito é ato de pensamento operando à velocidade infinita (...) é absoluto e relativo, define-se pela sua consistência. Não tem referência: ele é auto-referente, põe-se a si mesmo e põe o seu objeto, ao mesmo tempo que é criado, porém não confere às condições de verdade (Deleuze & Guattari, 1997).

⁶ *Doxa*: em Platão já era considerada como um intermediário entre ignorância e ciência. Hoje não é diferente refere-se a um argumento frágil sujeito a revisão, ausência de qualquer validade, embora, de forma geral, não se perceba de imediato os limites entre a ciência e a opinião, pois esta está sempre presente nas intersecções entre opinião e verdade (Abbagnano, 1998). Doxa está no nível do reconhecimento do objeto como o mesmo - identidade. O senso comum e o bom senso constituem as duas metades da *doxa* (Deleuze, 1988).

A filosofia não é mera reflexão, contemplação ou comunicação. Não é reflexão pois nem todos precisam de filosofia para refletir. Por exemplo, os matemáticos não esperaram os filósofos para fazer a reflexão sobre a matemática, ou mesmo os físicos para refletir sobre o avanço da física quântica. A reflexão que eles alcançam pertence à sua própria criação. É um equívoco dizer que eles tornaram-se então filósofos. Não é contemplação. Pois contemplação são as coisas, elas mesmas, do ponto de vista de seus conceitos. Não se reduz a comunicação, pois não opera com opinião. A comunicação opera com a intenção de produzir opinião, de promover o consenso e não Conceitos. Isto é, a contemplação, a reflexão e a comunicação não são disciplinas, são máquinas de construir representações universais para todas as disciplinas. A filosofia opera com o plano da imanência⁷ para construir Conceitos. Os Conceitos são históricos, são singulares, são centro de vibrações, cada um opera em si mesmo e uns em relação aos outros.

Segundo o veredicto nietzscheano, você não conhecerá nada por conceitos se você não os tiver de início criado, isto é, construído numa intuição que lhes é própria: um campo, um plano, um solo que não se confunde com eles, mas que abriga seus germes e os personagens que os cultivam. (Deleuze & Guattari, 1997:16)

Deleuze & Guattari (1997) analisam o Conceito a partir de três fases ou de três idades. As idades do Conceito são a da enciclopédia, a da pedagogia e a da formação profissional comercial. A idade da enciclopédia refere-se à fase da filosofia pós-kantiana, que gira em torno de conceitos universais e remete à pura subjetividade. A idade da pedagogia do conceito de que tratam os autores propõe construir conceitos a partir da análise das condições de criação como fatores de momentos que permanecem singulares. A pedagogia do Conceito toma como ponto singular a relação entre o Conceito e a Criação: esses elementos se implicam, se remetem um ao outro constantemente, o Conceito entendido como o mundo do possível, que ainda não é real mas não deixa de existir, de ser criado. É um *outrem*⁸, antes de mais nada; é a existência de um mundo possível, diz do acontecimento. A idade do Conceito da formação profissional comercial, segundo os autores, é o desastre do pensamento sobre

⁷ *Imanência*: esse termo pode significar a presença da finalidade da ação na ação ou do resultado de uma operação qualquer na operação. Para Spinoza, *a ação de Deus não vai além de Deus*. Nesse sentido é a inclusão de toda a realidade no *Eu* e a negação de qualquer realidade fora do *Eu*. Em síntese é tudo o que está fazendo parte da substância de uma coisa que não subsiste fora dessa coisa (Abbagnano, 1998).

⁸ *Outrem*: na filosofia de Deleuze & Guattari (1997) não aparece como um sujeito, nem como um objeto, o que é muito diferente, como um mundo possível, como a possibilidade de um mundo assustador. Esse mundo possível não é real, ou não o é ainda e todavia não deixa de existir - é um expressado que só existe em sua expressão, o

qualquer ponto de vista referindo-se à apropriação do Conceito pela comunicação. Ou seja, no sentido da vulgarização do Conceito utilizado pela comunicação (informática, marketing, publicidade, design) em que o Conceito se tornou o conjunto das apresentações de um produto e o Acontecimento, a sua exposição. É como se a comunicação tivesse feito um pacto de fidelidade com a tecnologia e esta com o modo de produção de opinião. Nesse sentido a filosofia e a ciência opõem-se à comunicação.

A arte, diferentemente da filosofia, estabelece também uma forma de confronto com o caos, mas no sentido de torná-lo sensível, observável, apreciável, seja através do personagem, da poesia ou da pintura.

O pintor não pinta sobre uma tela virgem, nem o escritor escreve sobre uma página branca, mas a página ou a tela estão já de tal maneira cobertas de clichês preexistentes, preestabelecidos, que é preciso de início apagar, limpar, laminar, mesmo estraçalhar para fazer passar uma corrente de ar, saída do caos, que nos traga a visão (Deleuze&Guattari, 1997:262).

A arte traça uma secante no plano do caos e mostra a sua interioridade, provocando a sensação. A sensação não é menor ou mais importante que o conceito ou que a proposição científica. A sensação se realiza por conexões nervosas como excitação-reação e as integra às ondas cerebrais em forma de percepção-ação, e não se pode prever em que nível ou em que momento ela aparece, pois atua supostamente como retaguarda, isto é, manifesta-se imprevisível e diferentemente em cada sujeito. Provocar sensação tem sido a principal função da arte, seja em tempos de artes clássicas, seja em tempos atuais, em que o espaço é mais que o bidimensional, o tridimensional, o arquitetônico: é o ciberespaço. É o espaço do computador, o espaço planetário, o espaço dos ambientes digitais. No ciberespaço a arte torna-se interativa, pressupõe a parceria, explora o fim das verdades acabadas, do imutável, do não-linear.

A luta com o caos que Cézanne e Klee mostraram em ato na pintura, no coração da pintura, se encontra de outra maneira na ciência, na filosofia: trata-se sempre de vencer o caos por um plano secante que o atravessa. (Deleuze e Guattari 1997: 260)

A questão da filosofia é, singularmente, a criação de conceitos. Conceito e criação são recursivos e definem-se pela sua consistência, embora não confirmem critérios de verdade. O conceito é percebido como *outrem*, não mais sendo percebido nem como sujeito nem como

objeto, e sim como condição sob a qual se redefinem seus elementos e contingência, sujeito e objeto, a figura e o fundo, as margens e o centro, o móvel e a referência, o substancial e o circunstancial, a profundidade e o comprimento (como um *Tertium*). É a condição de toda a percepção de si, dos outros e do mundo.

O conceito não é dado, é criado, está por criar; não é formado, ele próprio se põe em si mesmo, autopoisição. As duas coisas (conceito e criação) se implicam, já que o que é verdadeiramente criado, do ser vivo à obra de arte, desfruta por isso mesmo uma autopoisição de si, ou de um caráter autopoietico pelo qual é reconhecido. (Deleuze e Guattari, 1997:20)

O conceito define-se pela sua consistência, é auto-referenciável, isto é, põe-se a si mesmo e põe o objeto num processo dinâmico e simultâneo. Ao mesmo tempo o conceito é absoluto e é relativo. Ele é relativo aos seus próprios componentes, aos outros conceitos, ao plano que o delimita, aos problemas que supõe explicar, mas é absoluto em relação à coordenação que opera, ao lugar que ocupa no plano e especialmente em relação ao problema que se impõe. Ou seja, o conceito é absoluto como um todo mas relativo enquanto fragmentário. *O construtivismo une o relativo ao absoluto.*

O conceito filosófico difere do conceito científico enquanto é uma concepção, e não uma proposição. A proposição define-se por sua referência em relação ao estado das coisas, dos corpos e das condições das relações. As proposições científicas lutam com o caos no sentido de estabelecer o reequilíbrio, submetendo variáveis independentes a uma seleção coordenada a partir de um eixo ou de uma proposição. A ciência concerne à busca da verdade, mas mesmo assim não pode impedir-se de experimentar uma profunda atração pelo caos.

As ciências captam um pedaço do caos para explorar, analisar, explicar; a arte abre fendas no caos e faz surgir sensações; a filosofia opera no plano da imanência, ordena as idéias, associa as imagens, e como abstração constrói o conceito. Ou seja, o caos pode ser recortado por três secantes, a filosofia, a arte e a ciência, e é compartilhado no plano do cérebro.

Se os objetos mentais da filosofia da arte e da ciência (isto é, as idéias vitais) tivessem um lugar, seria no mais profundo das fendas sinápticas nos hiatos, nos intervalos e nos entretempos de um cérebro inobjetivável, onde penetrar, para procurá-los, seria criar. Seria um pouco como o ajuste de uma tela de televisão cuja intensidade faria surgir o que escapa do poder de definição objetivo (Deleuze & Guattari, 1997: 269).

O cérebro não cessa de construir limites e funções variáveis que determinam as áreas e as relações entre as variáveis. Porém as relações entre as variáveis são incertas e causais,

pois dependem tanto das sinapses elétricas que indicam um caos estatístico, como das sinapses químicas que remetem a um caos determinístico. A função cerebral, mesmo em um modelo linear como o de Strauss, mostra que o mais importante é compreender os intermediários, os hiatos, os vazios. Daí a figura rizomática de Maturana mostrar um sistema acentrado, uma rede de autômatos finitos, ou seja, o movimento em estados caóides.

Cabe à ciência pôr em evidência o caos, no qual mergulha o próprio cérebro, enquanto sujeito de conhecimento. Esse caos está escondido pelo reforço da facilitação geradora de opinião (a comunicação) sob a ação dos hábitos ou dos modelos de cognição (Deleuze & Guattari, 1997: 276).

Atualmente, pode-se dizer que há mais de três séculos, o conhecimento científico vem demonstrando suas virtudes e precisões de verificação e de descoberta em relação às outras formas de conhecimento. É graças ao conhecimento científico que se pode hoje avaliar as partículas que constituem o universo, decifrar a linguagem genética que informa a organização da vida. O conhecimento científico permite precisão em todos os domínios de ação, inclusive fora da órbita terrestre. Paralelamente, o conhecimento científico determinou também progressos técnicos inéditos, a domesticação da energia nuclear, os princípios da engenharia genética e a objetivação das redes neurais.

No entanto, essa ciência enriquecedora, esse conhecimento vivo, produz também o aniquilamento humano. Para compreender essa contradição é preciso dispor de um pensamento capaz de admitir a ambivalência, a complexidade intrínseca que é o cerne da própria ciência. Ou seja, a ciência não é científica. Sua realidade é multidimensional. Os efeitos da ciência não são simples nem para o melhor, nem para o pior. Eles são profundamente contraditórios, como se pode constatar.

O progresso inédito dos conhecimentos científicos, paralelo ao progresso múltiplo da ignorância. O progresso dos aspectos benéficos da ciência, paralelo ao progresso de seus aspectos nocivos, ou mortíferos. O progresso ampliado dos poderes da ciência paralelo à impotência ampliada dos cientistas a respeito desses mesmos poderes. (Morin, 1998:19).

O desenvolvimento científico, técnico e sociológico está cada vez mais em inter-retroação, desvelando a estreita e ao mesmo tempo complexa relação entre ciência-tecnologia-sociedade. No decorrer de um longo tempo, aproximadamente três séculos, o método científico promoveu, de certa forma, a disjunção entre a ciência e a filosofia, entre o sujeito, o objeto e o método. Contraditoriamente, os avanços alcançados por esse mesmo método demonstram, cada vez mais, que as teorias científicas têm, implicitamente, uma quantidade

significativa de fatores e elementos que permanecem imersos, não explicitados ou analisados, e são indispensáveis ao seu desenvolvimento. A evolução do conhecimento científico não é apenas evolução e crescimento do saber, mas é também transformação, rupturas, passagem de uma teoria para outra, porque esta já não é mais adequada ao real.

A ciência apresenta-se como uma constituição complexa mesmo quando tem por objetivo único revelar as leis simples que governam o universo e a matéria de que ele é constituído. A ciência prospera, de certa forma, por sua própria constituição dialética. O seu engenho arte é a contradição, explícita ou não, entre empirismo e racionalismo, imaginação e verificação, constatação e probabilidades. Isto é, a ciência é igualmente complexa porque é inseparável de seu contexto histórico e social.

Mesmo os cientistas clássicos fechados em e por sua disciplina, trancafiados em seu saber parcial, avançam sem duvidar de que só podem justificar a idéia geral mais abstrata, dela desconfiando. Embora em seu paradigma não concebiam a idéia de que as disciplinas se possam coordenar em torno de uma concepção organizadora comum, como é o caso das ciências da terra, ou se associar numa disciplina globalizante como é o caso da ecologia, ou ainda se entrefecundar numa questão ao mesmo tempo crucial e global, como a questão cosmológica, em que as diversas ciências físicas utilizadas pela astronomia concorrem para conceber a origem e a natureza de nosso universo, implicitamente o fazem. Transformações profundas desvelam o caráter intrínseco, histórico, sociológico e complexo da ciência.

Em toda parte, cada vez mais, tende-se a ultrapassar, abrir, englobar as disciplinas, e elas aparecerão, pela ótica da ciência futura, como um momento de sua pré-história. Isso não significa que as distinções, as especializações, as competências devam dissolver-se. Isso significa que um princípio federador e organizador do saber deve impor-se. Não haverá transformação sem reforma do pensamento, ou seja, revolução nas estruturas do próprio pensamento. O pensamento deve tornar-se complexo (Morin, 1998:10).

Os princípios da ciência clássica tendem a reduzir o conhecível ao manipulável, ao experimental, porém a evolução mostra que a validade de um conhecimento está não só no poder de verificação e constatação, mas cada vez mais na medida em que ele sirva à reflexão, à discussão, à incorporação por todos na experiência cotidiana, não só em relação às ciências sociais mas também às ciências naturais. Pois de que serve um saber, uma descoberta que permanece 'esotérica'?

A microfísica, a biotecnologia, a genética, a sociologia, a antropologia, a economia e a tecnologia são áreas de conhecimento que se interfecundam profundamente, reintroduzindo o

observador na observação. Não se pode mais isolar um conhecimento para aprofundá-lo; é preciso trabalhar com a idéia de construção do conceito em uma moldura macroconceitual (Morin, 1998). Na atualidade, não se pode discutir tecnologia sem ancorá-la em uma constelação de conceitos das áreas das ciências e da filosofia e, por que não, das artes. O sujeito não é sem o objeto do conhecimento. Sujeito e objeto constituem-se na possível interação que se estabelece entre os dois, consigo mesmo e com seu entorno (Piaget, 1978). A ciência clássica promoveu e promove a abstração do sujeito de seu objeto de conhecimento a tal ponto que o sujeito torna-se sujeitado ao seu objeto de estudos. O avanço da ciência desvela e requer o seu contrário, enquanto cada vez mais se objetiva em tecnologias cognitivas.

Para Popper (1975), a ciência evolui por uma seleção natural. As teorias resistem por um certo tempo não por serem verdadeiras, mas por estarem temporariamente adaptadas ao estado contemporâneo do conhecimento.

Kuhn (1996) demonstra que o que sustenta uma teoria é um determinado paradigma que controla em dado momento a visão de mundo; mas a evolução da ciência, que é um processo altamente dinâmico, supera o paradigma estabelecido, constituindo um novo. Kuhn acredita que há, acima das teorias, um princípio de organização invisível, porém imanente, que comanda a evolução do conhecimento científico. Embora cada um desses autores atribua a questão de cientificidade a fatores diferentes, ambos concordam em uma característica comum à ciência, que é sua racionalidade e coerência interna.

Morin (1998) compreende que a ciência evolui na dinâmica do conhecimento da incerteza, da dúvida, da especialização e da generalização simultaneamente. Pode-se então inferir que a ciência é verdadeira enquanto constata e valida dados, mas as teorias elaboradas a partir daí não são verdades absolutas. Uma teoria científica contém verdades, mas também contém dúvidas, falsidades que podem ser eventualmente demonstradas ou negadas, indeterminações.

O que ocorre de maneira geral em relação a uma teoria científica é que ela pode ser teoria e transformar-se em doutrina. Quando doutrina torna-se dogma e não aceita refutação, compreende-se como autoverificável, ou só admite e só realiza, em si mesma, o que confirma sua teoria. Entretanto, a teoria pode ser verdadeira em seus dados, mas não absoluta em sua teoria, e isto é o que garante a evolução nas ciências. Sempre se está buscando novos dados e

superando a teoria. Quando uma teoria torna-se doutrina, absolutiza sua verdade, deixa de ser ciência.

Assim, pode-se compreender a ciência como um campo aberto em que se estabelece um verdadeiro combate entre teorias e princípios de explicação, respeitando por um lado as informações dos dados e por outro os critérios de coerência. O jogo científico é o jogo da verdade e do erro, porém as teorias científicas têm um enraizamento no espírito humano, no seio de uma cultura - não são isentas de ideologias. É necessário que se interroge constantemente sobre suas estruturas ideológicas e seu enraizamento sociocultural.

O conhecimento científico não se poderia isolar de suas condições de elaboração, mas também não poderia ser a elas *reduzido*. A ciência não poderia ser considerada pura e simples *ideologia* social, porque estabelece incessante diálogo no campo da verificação empírica com o mundo dos fenômenos (Morin, 1998:25).

Verifica-se claramente a dinâmica dessas relações quando se observam as grandes transformações que afetam o conhecimento científico atual: nas ciências físicas - da microfísica à astrofísica; nas ciências biológicas - da genética e da biologia molecular à etologia; na antropologia - do heliocentrismo ao homocentrismo e deste à ecologia profunda. Até então, acreditava-se que através dos princípios clássicos podia-se explicar a complexidade dos fenômenos a partir da simplificação pelos processos de separação e redução. Pela separação, isolando os objetos uns dos outros, de seu ambiente e de seu observador. Pela redução, unificando o que é diverso, o que é elementar e o que é quantificável. Desse modo, a verdadeira realidade não é a totalidade, as qualidades, os seres, mas sim os elementos, as quantidades, os entes, os enunciados formais e matematizáveis. Certamente este método levou a ciência à descoberta da molécula, do átomo, da partícula, do *bits*. O inédito é que o avanço do próprio método das ciências físicas descobre a extraordinária complexidade de um tecido microfísico, antevendo a complexidade do cosmo (Capra, 1997).

Com a descoberta da base molecular do código genético, cujos princípios diferem grandemente das máquinas artificiais por mais aperfeiçoadas que sejam, a biologia começa a descobrir a complexidade da auto-organização da vida e coloca em xeque o princípio clássico de explicação. Dois marcos significativos fundam essa concepção de auto-organização: Piaget⁹ (1967) e Maturana e Varela (1970).

⁹ *Biologie et connaissance*: esta obra veio a público em 1967, marcada emblematicamente como uma concepção epistemológica interdisciplinar.

A explicação dos mecanismos evolutivos, muito tempo fechada na alternativa sem saída do lamarckismo e do neo-darwinismo clássico, parece encontrar a sua via na direção de um *tertium* que é cibernético e se orienta efetivamente para a teoria da auto-organização. Os processos surgem então simultaneamente como resultante da auto-regulação orgânica, cujos mecanismos essenciais refletem, e como os órgãos mais diferenciados dessa regulação no seio das interações com o exterior, de tal modo que, como homem, acabam por alargar essas ao universo inteiro. A organização viva é essencialmente auto-regulação. A organização cognitiva prolonga a organização vital (Piaget, 1987:23; 332).

Essa é a principal hipótese de Piaget desenvolvida em 1967, que marca claramente uma epistemologia interdisciplinar, indicando a superação da dicotomia indivíduo e meio, sujeito e objeto. Maturana e Varela em 1972 contribuem com essa concepção, aprofundando o conceito de autopoiese.

Um sistema autopoietico é organizado (definido como uma unidade) como uma rede de processos de produção (transformação e destruição) de componentes que produzem os componentes que: a) continuamente regeneram e realizam a rede de processos (relações) que os produzem através de suas interações e transformações; b) e constituem (a máquina) como uma unidade concreta no espaço no qual eles (os componentes) existem especificando o domínio topológico de sua realização como sendo uma tal rede (1979:13).

Os princípios de auto-organização e de autopoiese são necessários, talvez não suficientes, para caracterizar a organização dos seres vivos, sua reprodução e evolução - e os fenômenos derivados dela, ou seja, também os processos secundários dela derivados e subordinados à existência e ao funcionamento da auto-regulação. Toda transformação que um sistema vivo experimenta, conservando sua identidade, acontece determinada por processos de auto-organização. Esse processo indica que existem entre o organismo e o meio, o sujeito e o objeto, interpretações tais que os dois tipos de fatores apresentam uma importância igual e mantêm-se indissociáveis (Piaget, 1987). A simplificação ou a fragmentação do real (elaborada pela ciência clássica) ou a sua complexificação (reconhecida pela ciência moderna) implicam diferentemente no vir-a-ser do Ser. No dizer de Morin, em outros termos,

A auto-organização é uma organização que organiza a organização necessária à sua própria organização. Em geral as teorias geneticistas tendem a subordinar o fenomenal ao generativo (Piaget), enquanto as teorias da auto-organização tendem a subordinar as idéias de auto-reprodução à de autoprodução (Maturana & Varela). Precisamos de uma concepção complexa, que revele a unidade dessa dualidade e a dualidade dessa unidade. Pois essa dupla organização é *una em seu caráter recorrente* (1998:315).

A emergência de um princípio de complexidade, não apenas para investigação como para a demonstração do conhecimento científico, é uma necessidade que se faz presente em

todas as dimensões existenciais. Para Morin (1998), o princípio de complexidade também se baseia na necessidade de distinguir e analisar; porém, além disso, estabelece comunicação entre o que é distinguido, o objeto e o ambiente, entre o observador e o observado, sem sacrificar a parte ao todo ou vice-versa. O princípio da complexidade estabelece um verdadeiro diálogo entre a ordem, a desordem e a auto-organização, entre o sujeito e o objeto, concebendo a sua especificidade em cada um dos níveis, das dimensões do fenômeno, seja ele de ordem física, biológica ou humana, sem entretanto deixar de estabelecer uma profunda comunicação entre eles.

Trata-se de estabelecer a relação entre ciências naturais e ciências humanas, sem as reduzir umas às outras. Pois nem o humano se reduz ao biofísico, nem a ciência biofísica se reduz às suas condições antropossociais de elaboração. O problema de uma política de investigação não se pode reduzir ao crescimento dos meios postos à disposição das ciências. Trata-se, *também*, de que a política de investigação possa ajudar as ciências a realizarem as transformações - metamorfoses na estrutura do pensamento que seu próprio desenvolvimento demanda. Um pensamento capaz de enfrentar a complexidade do real, permitindo ao mesmo tempo à ciência refletir sobre ela mesma (Morin, 1998).

Nesse sentido, entende-se o conhecimento como um processo dinâmico que comporta diferentes níveis que se podem combater e contradizer, ou seja, o conhecimento não é um todo harmônico; pelo contrário, é um processo profundamente contraditório de posição e negação indefinidamente.

O homem sabe hoje que ele não está só na imensidade indiferente do Universo; se a ciência clássica, do alto de seu saber onisciente, havia reduzido a natureza à figura de um mero autômato, a ciência contemporânea, através de seu ouvido poético, devolveu-lhe seu potencial inovador, e por meio de um frutífero diálogo, reintegrou o homem ao universo que ele observa (Prigogine, 1993:35).

A evolução do próprio método científico reintegrou o observador ao observado. Recentemente, Prigogine, o teórico das estruturas dissipativas, em carta para as futuras gerações se refere à questão da complexificação da ciência com a metáfora da bifurcação sucessiva e que pode ser aplicada à sociedade.

A bifurcação aparece em pontos especiais nos quais a trajetória seguida por um sistema se subdivide em ramos. Todos os ramos são possíveis, mas só um deles será seguido. No geral não se vê apenas uma bifurcação. Elas tendem a surgir em sucessão. Isso significa que até mesmo nas ciências fundamentais há um elemento temporal, narrativo, isso constitui o *fim da certeza*. As ciências da complexidade, assim, conduzem a uma metáfora que pode ser aplicada à sociedade. Um evento é a aparição de uma nova estrutura social depois de uma bifurcação; flutuações são os resultados de ações individuais (Prigogine, 1999:6).

Desse ponto de vista, a ciência e a sociedade constituem uma história de sucessivas bifurcações e flutuações que emanam de diferentes escolhas. E o homem, indivíduo capaz de fazer escolha, é arremessado ao alto-mar, num dilúvio de informações para que faça as escolhas.

Quando se pensa em bifurcações e flutuações, pensa-se em instabilidade, em transformação, em escolha, em opção. Segundo o próprio Prigogine, essa é a responsabilidade legada às futuras gerações. Cabe a elas fazer escolhas, *criar flutuações*, definir o rumo do evento, que hoje compreende a sociedade da informação. Ou seja, o caminho ainda não foi escolhido. Vive-se um período de inúmeras bifurcações, e as flutuações dependem de ações individuais/coletivas a serem empreendidas.

Cabe às futuras gerações construir uma nova coerência que incorpore tanto os valores humanos quanto a ciência, algo que ponha fim às profecias quanto ao *fim da ciência*, *fim da história* ou até quanto ao advento da *pós-humanidade*. Não precisamos de nenhuma pós-humanidade. Cabe ao homem tal qual é hoje, com seus problemas, dores e alegrias, garantir que sobreviva no futuro. A tarefa é encontrar a estreita via entre a globalização e a preservação do pluralismo cultural, entre a violência e a política, entre a cultura da guerra e a da razão (Prigogine, 1999:6).

A complexificação do pensamento e a dinâmica da realidade desafiam o sujeito a fazer escolhas. Para fazer escolhas é preciso ser um sujeito autônomo e sensível a fim de perceber as inúmeras bifurcações e tomar decisão, iniciativa, interferindo com sua opção no movimento do real. O alerta de Prigogine, declarado desde 1996 em seu livro "O fim das certezas", corrobora com a necessidade de um processo de formação que comporte as perspectivas de uma revolução científica e de um novo método de abordagem, que não prescindir do método científico clássico mas abre-se, estende-se para contemplar a complexificação dos processos de desenvolvimento atual. A celeridade das transformações provocadas pela modelagem de TCD desafia o sujeito à imersão em um novo modo do saber. Um saber momentâneo, desterritorializado, imprevisível, transversalizado, que põe no horizonte um futuro imprevisível. O conhecer implica não só acessar informações, mas refletir, reelaborar a partir das informações.

Conhecer comporta informação, ou seja, possibilidades de responder a incertezas, mas o conhecimento não se reduz a informações; ele precisa de estruturas teóricas para dar sentido às informações; percebemos então que se tivermos muita informação e estruturas mentais insuficientes, o excesso de informação mergulha-nos numa nuvem de desconhecimento (Morin, 1998:98).

Pode-se, então, levantar a seguinte questão: o excesso de informação ou de teorização obscurece o conhecimento, entendendo-se aqui a teoria fechada em si mesma, unidimensional.

Em outros termos, toda a pretensão de monopolizar a verdade detém a ciência. O que promove o progresso na ciência é a dúvida, a incerteza, e essas propriedades não lhe são externas, são-lhe intrínsecas.

Durante muito tempo, o método fundamental da ciência clássica foi somente o experimental. Este consiste em tomar um objeto e colocá-lo em condição artificial para controlar as variações nele provocadas. A experimentação que serve para alimentar o progresso da ciência clássica desenvolve cada vez mais os processos de manipulação, e estes vão exigindo técnicas de manipulação cada vez mais sofisticadas, capazes de manipular a própria ciência. Ou seja, o progresso que está na especialização do trabalho que permite o desenvolvimento do conhecimento científico, no sentido que crê que conhecer o objeto é abstraí-lo de seu ambiente, é extremamente contraditório. Pois ao mesmo tempo é preciso compreender que se pode isolar um objeto de estudo provisoriamente ou para uma verificação determinada. Mas é também importante adotar como método a análise do objeto inserido em seu meio, em seu entorno, como um processo que compreende dois movimentos: um enquanto sistema fechado (auto-regulação) ou epigenético (Piaget, 1978), e outro como um sistema aberto ecosófico (Guattari, 1990).

No caso do estudo das implicações da TCD nos processos de produção da existência faz-se necessário perceber como essas inovações adentram todas as instâncias da vida e por isso tornam-se *entes* de transformação, afetando todas as relações, sejam de caráter cotidiano, científico, artístico ou econômico.

Uma recente obra de Castells (1999), sociólogo da Universidade da Califórnia, faz uma análise aguçada da fenomenologia da vida social, em que a realidade toma um novo sentido em seu desenvolvimento demarcado pela tecnologia da informação, alterando radicalmente as relações sociais.

Castells analisa as conseqüências dessa revisão geral ainda em curso no sistema capitalista e inúmeros processos emergentes de transformação, como por exemplo a incorporação de preciosos segmentos de economias do mundo inteiro em um sistema interdependente que funciona como uma unidade em tempo real e realiza suas operações em tempo real no mercado financeiro internacional, sem que seja necessário mover sequer uma centelha de átomo, somente *bits*, valor informacional. Demonstra, todavia, que se por um lado

observa-se a liberação de forças produtivas altamente consideráveis, por outro lado registra-se a acentuação de verdadeiros buracos negros de miséria humana promovidos pela globalização.

Castells elege em sua análise a emergência de uma nova cultura determinada pela tecnologia de informação, tendo por eixo a questão do desenvolvimento, sem deixar de estabelecer uma profunda interlocução com as questões de produção e de poder.

Um novo sistema de comunicação que fala cada vez mais uma língua universal digital tanto está promovendo a integração global da produção e distribuição de palavras, sons e imagens de nossa cultura como personalizando-os ao gosto das identidades e humores dos indivíduos. As redes interativas de computadores estão crescendo exponencialmente, criando novas formas e canais de comunicação, moldando a vida e sendo moldadas por ela (Castells 1999:22).

O desenvolvimento e as manifestações da revolução tecnológica foram e estão sendo moldados pela lógica e interesse do capitalismo avançado, sem no entanto se limitar às expressões desses interesses. Touraine (1969) situa claramente este problema como um novo modo de produção referindo-se ao pré-industrialismo, ao industrialismo e ao informacionalismo. Castells (1999:34) considera o informacionalismo como um novo modo de desenvolvimento.

As relações sociais de produção e, portanto, o modo de produção determinam a apropriação e os usos do excedente. Uma questão à parte, embora fundamental, é o nível desse excedente determinado pela produtividade de um processo produtivo específico, ou seja, pelo índice do valor de cada unidade de produção em relação ao valor de cada unidade de insumos. Os próprios níveis de produtividade dependem da relação entre a mão-de-obra e a matéria, com uma função de uso dos meios de produção pela aplicação de energia e conhecimento. Esse processo é caracterizado pelas relações técnicas de produção que definem o modo de desenvolvimento.

O modo de desenvolvimento, portanto, se define pelo elemento fundamental do processo de produtividade. Historicamente, o modo de desenvolvimento agrário tem como fonte de excedente o aumento quantitativo de mão-de-obra e matéria-prima; o modo de desenvolvimento industrial tem como principal fonte produtiva novas fontes de energia e suas formas de distribuição e centralização e está voltado para o crescimento econômico; no modelo de desenvolvimento informacional a fonte de produtividade é a tecnologia de geração de conhecimento, de produção e circulação de informação, de produção e circulação de signos (Catapan & Thomé, 1999). Este modelo está voltado para o desenvolvimento tecnológico, para a acumulação de conhecimento, que gera uma maior complexidade nos processos de informação e de produtividade. De certa forma, o conhecimento e a informação têm sido elementos fundamentais também nos demais modos de desenvolvimento, mas no atual - o

modo informacional - são determinantes enquanto seu caráter produtivo se define na ação do conhecimento sobre os próprios conhecimentos e informações.

Isto quer dizer que se instala um novo mercado de produção, o da produção do consumo da informação ou mesmo do conhecimento, sustentado pela tecnologia avançada de comunicação digital. No que concerne à idéia de Sfez (1994), vale lembrar que os avanços tecnológicos na comunicação têm em sua origem um pacto com o marketing, com a publicidade, com a propaganda, com a notícia, áreas comprometidas com a formação de opinião e não com a construção do conceito, ou com a verdade. Nesse entendimento, o engenho que move os avanços na ciência da comunicação é o interesse do mercado.

No fluxo da comunicação as mercadorias adquirem um sentido singular, e o que é consumido não é propriamente a mercadoria e sim o signo. Através dos *media*, a informação e a publicidade são capazes de gerar necessidades, subsumindo os carecimentos (Catapan & Thomé 1999). O consumo supõe a manipulação ativa do signo; a mercadoria e a publicidade juntam-se constituindo *mercadoria-signo*, unidade de valor replicável infinitamente.

Nunca houve uma economia assim erigida com base em absolutamente nada. Na época da revolução industrial, por mais terríveis que fossem as condições de trabalho, ao menos havia correspondência entre riqueza monetária e riqueza física. Construam-se fábricas, criavam-se empregos. Agora não. As pessoas ficam bilionárias sem gerar renda nem produtos (Harvey, 1999:19).

Embora a tecnologia desenvolva-se determinada pelo modo capitalista e tenha sua organização ancorada em paradigmas oriundos das esferas dominantes, as relações tecnológicas estendem-se em todas as dimensões de produção da existência, modelando os comportamentos sociais. O modo de desenvolvimento informacional, conforme o pensamento de Castells, estabelece uma ligação íntima e imediata entre ciência, cultura e forças produtivas. Portanto, pode-se acreditar na emergência de novas formas históricas de interação, controle e transformação social.

Se por um lado o modelo informacional foi e é crucial para garantir a eficiência e a reestruturação do sistema capitalista, por outro lado imprime um fluxo de transformações céleres, flexíveis, complexas nas relações entre as ciências naturais e as ciências sociais, importando na emergência de um sujeito plenamente objetivado, expropriado cada vez mais em sua subjetividade.

Enquanto isso as redes globais de intercâmbios instrumentais conectam e desconectam indivíduos, grupos, regiões e até países, de acordo com sua

pertinência na realização dos objetivos processados na rede, em fluxo contínuo de decisões estratégicas. Segue-se uma divisão fundamental entre o instrumentalismo universal abstrato e as identidades particularistas historicamente enraizadas. *Nossas sociedades estão cada vez mais estruturadas em uma oposição bipolar entre a Rede e o Ser* (Castells, 1999:23).

O entendimento da ciência enquanto um sistema fechado e aberto é imprescindível para a aproximação da realidade filogenética alcançada pela humanidade. É evidente que há uma relação direta que vai da ciência à técnica e desta à sociedade. A técnica é um momento nesse circuito dinâmico em que a ciência produz a técnica, a técnica produz o desenvolvimento, que produz a sociedade. Cada elemento desse circuito retroage sobre o outro indefinidamente. Entretanto, para a ciência pensar sobre si mesma, só poderá fazê-lo nesse contexto. Mesmo que se eleja para investigação um elemento específico do circuito, não se pode apreendê-lo isolado dos demais.

A ciência deve reatar com o conceito filosófico, como a filosofia, cujos moinhos giram vazios por não moer os grãos dos conhecimentos empíricos, deve reatar com as ciências. Ou seja, a Ciência deve reatar com a consciência política com a ética e a estética (Morin, 1998:27).

Assim sendo, é preciso reconhecer que a tecnologia não é determinante absoluto na sociedade, nem a sociedade determina o curso da tecnologia, mas muitos fatores interagem nessa transformação. O avanço da ciência, as inovações tecnológicas, a criatividade e iniciativa dos indivíduos e das organizações sociais implicam-se diretamente. De forma geral as aplicações das inovações científico-tecnológicas e as transformações sociais resultam de um complexo profundamente interativo. As determinações e contradições desse percurso histórico, o das transformações científico-tecnológicas, são numerosas e controversas, e não se pode abarcá-las num trabalho como este. Mas o que se pode alcançar é a indicação de algumas categorias pelas quais é possível fazer o percurso entre filosofia, ciência, arte, pedagogia e tecnologia. Talvez seja essa uma escolha possível, ou um modo possível de traçar uma secante no caos, construindo um referente para o Ser emergente no ciberespaço.

Acredita-se que as interferências necessárias para superar o caos que comporta o cérebro do sujeito do conhecimento passam por três planos: o dos conceitos, o das proposições e funções e o das sensações. Para esses três planos, o da imanência na filosofia (forma do conceito), o da composição nas artes (forma da sensação) e o da referência e coordenação nas ciências (função do conhecimento científico), os problemas são análogos e constituem um sistema de inter-relações (interação, retroação e interferência) constante. No entanto cada área

permanece em seu próprio plano e utiliza elementos próprios, embora implicadas pela contingência das mediações que as unem. Por exemplo, na questão das artes a sua função é captada sobre um plano de criação específico que a arranca da toda e qualquer referência. Mas ao mesmo tempo a função da imanência desliza sutilmente, ancorando-a em um plano de unidade, como no caso da obra de Lispectro, em *Legião Estrangeira*, onde se pergunta quando termina a arte e onde começa a filosofia? ou atinge a ciência? ou as três funções estão no mesmo plano? ou esses três planos constituem-se mediados pelos processos de comunicação? comunicação do sujeito com a natureza, do sujeito com a sociedade, do sujeito consigo mesmo?

Para Sfez (1994), a comunicação não opera necessariamente com conceito, nem concerne à verdade, nem promove a sensação, e sim explora estas propriedades para construir opinião. Na antiga Atenas democrática a comunicação era o espaço conquistado pelos homens em sua fuga do caos. Era lugar que dava sentido ao sistema em todos os seus aspectos: político, moral, econômico, estético e cosmológico. Na atualidade, a comunicação propõe-se como espaço de convívio, de proximidade, de interatividade, de relação social, de amizade, e paradoxalmente cinge o sujeito e o objeto a um determinado lugar, a um determinado modo, a uma determinada formação, a da tecnologia avançada de comunicação digital.

Essa nova forma de se comunicar rompe valores e laços simbólicos construídos historicamente e que parecem se enfraquecer cada vez mais. As relações entre o homem e a natureza (biotecnologia), entre os homens na sociedade (audiovisual, marketing e publicidade), entre o homem e seu duplo (a inteligência artificial) têm como único princípio a TCD. Entretanto esse modo de comunicação pode unificar o universo que perdeu no trajeto seu referente pelos mesmos instrumentos que enfraquecem a *comunicação*. Eis o paradoxo.

Para este estudo interessam os três planos de que tratam Deleuze e Guattari, na medida em que possibilitam estabelecer uma analogia com o processo de trabalho pedagógico e com a questão da comunicação especificamente determinada pela TCD. Pois enquanto através dos três planos da filosofia, das artes e das ciências pode-se traçar uma secante para varar o caos, a TCD parece traçar um plano de mediação do caos, possibilitando uma jangada para o naufrago no dilúvio de informações. A navegação nesse dilúvio requer cada vez mais um sujeito autônomo, sensível e hábil em selecionar informações, realizar simulações, perceber acontecimentos e reelaborar conceitos. Um ser capaz de estabelecer seleção num plano que

ainda não se distingue pela relação com o plano cerebral, mas se identifica mais pela relação com o caos no qual o cérebro mergulha.

Não se trata de encarar o cotidiano como abstração pura, nem mesmo como uma universalidade vazia idêntica ao comunicado ou reduzida às sensações apenas, sem ação objetiva funcional; trata-se de estabelecer uma relação com o sujeito do conhecimento como universalidade concreta e ao mesmo tempo como individualidade universal, como faziam os gregos, num plano análogo ao estágio do conceito pedagógico de Deleuze e Guattari (1997).

Apesar de datados, os conceitos não param de mudar, e então pergunta-se: nessa celeridade de transformações culturais, qual a unidade para a filosofia, para a ciência, para as artes? e qual a relação desse plano com o pacto da comunicação com a tecnologia e a formação do homem atual? Se é a filosofia essa criação contínua de conceitos, em que consistem as outras idéias também criadoras de conceitos como as ciências, as artes, a comunicação, que têm o seu próprio devir, suas próprias relações variáveis entre elas e a própria filosofia? A exclusividade da criação de conceito como função da filosofia não lhe assegura nenhuma proeminência em relação a outras formas de pensar, de criar, como as ciências, as artes e a comunicação. Pelo contrário, a construção do conceito filosófico se sustenta num processo de implicação profunda com as ciências e as artes. Entretanto, em relação à ciência da comunicação, a filosofia se contrapõe, no limite em que a comunicação trata, emblematicamente, da produção de opinião, pois a filosofia, as ciências e as artes não se constituem senão no circuito da comunicação de forma geral, embora não se restrinjam a ela.

De maneira singular as disciplinas de comunicação - informática, marketing, design, publicidade - apoderaram-se da palavra conceito e a transformaram em mercadoria. E o termo conceito tornou-se, vulgarmente, o conjunto das representações de um produto, e o acontecimento tornou-se a exposição, como espaço de troca de idéias. *Para o marketing, os únicos acontecimentos são as exposições, e os únicos conceitos, produtos que se pode vender.* O simulacro (Baudrillard, 1995) de uma máquina de lavar tornou-se o conceito de felicidade, e o apresentador da mercadoria tornou-se o filósofo, o artista; e o professor um gerenciador de informação. Essa é uma visão que se contrapõe à visão caórdica¹⁰ que não só desvela as

¹⁰ *Caórdica*: uma organização caórdica constituiu-se em torno de propósitos coletivos e vai se enriquecendo e se ampliando como uma espiral ascendente cada vez mais ampla e mais complexa em diversidade, criatividade e harmonia. *Caórdico*: comportamento de qualquer organismo, organização ou sistema aurogovernado que combine harmoniosamente características de ordem e de caos.

contradições e os paradoxos que produzem a existência dos sujeitos como atrai as pessoas para propósitos necessários vinculando-as em torno de suas próprias expectativas.

Essa discussão tem inúmeras controvérsias e não se pretende dar conta de todas, mas apenas estabelecer um diálogo entre algumas idéias que abordam a questão a partir de diferentes prismas porém buscam construir uma visão de mundo ancorada em um princípio semelhante que se apoia numa concepção de cibercultura que promove uma multirreferencialidade entre os diversos campos do saber, através de um processo dinâmico de transformação, preche de imprevisíveis, o qual vai se constituindo a partir das opções que fazem os sujeitos em suas interferências no real. Pretende-se indicar algumas categorias pelas quais é possível construir uma secante entre filosofia, ciência e arte, para entender nesse contexto as implicações que concernem à epistemologia, à pedagogia e à tecnologia na organização de uma pedagogia como plano de imanência *complexus*¹¹.

¹¹ *Complexus* : no sentido de Morin, é o que foi tecido junto com elementos diferentes inseparáveis constitutivos de um todo. Quando há um tecido interdependente, multirreferenciável, interativo, inter-retroativo entre o objeto de conhecimento o sujeito e seu contexto, as partes e o todo, o todo e as partes. A Complexidade é a união entre a unidade e a multiplicidade.

3. Epistemologia, Pedagogia, Tecnologia: o Modo do Saber

Não existe topologia mais bela que a de Moebius para designar essa contiguidade do próximo e do longínquo, do interior e do exterior, do objeto e do sujeito dentro da mesma espiral, onde se entrelaçam também a tela dos nossos computadores com a tela mental do nosso próprio cérebro. É segundo este mesmo modelo que a informação e a comunicação retornam sempre sobre si mesmas numa espécie de circunvolução incestuosa: É que elas funcionam numa continuidade indefinida, numa indistinção superficial do sujeito e do objeto, do interior e do exterior, da pergunta e da resposta, do enfocar e da imagem, e tudo isso não consegue resolver-se a não ser um novelo simulando a figura matemática do infinito.

Baudrillard

As ciências humanas sustentam-se numa contraditória e inevitável dependência de sistemas teóricos e práticos muitas vezes incompatíveis entre si, pois que, enquanto conceitos, são intraduzíveis um na língua do outro. Muitas vezes se confunde essa dinâmica própria da área com a morte dos sistemas e dos conceitos. Esse entendimento vem tomando maior ênfase nos últimos tempos com a complexificação e a flexibilização na elaboração de novos conhecimentos promovida pela cibercultura. Se por um lado a ciência, a filosofia e mesmo a arte se desembaraçam dos arcaísmos, por outro lado correm o risco do retorno a um empirismo ou a um ecletismo radicais, temperados por efêmeras construções teóricas que respondem a questões locais, fragmentadas, simples marcas ou logotipos deste ou daquele intelectual ou *paraintelectual*¹², respondendo à explosão do campo da disseminação e da produção intelectual num mercado de idéias mais competitivo, de retorno imediato.

O risco nas ciências humanas é que uma caminha sem a outra, embora sejam intrinsecamente recorrentes. A relação entre as disciplinas pode se dar por pura anexação, justaposição, promovendo o reducionismo de uma pela outra e não a construção complexa que a realidade está a exigir. Pode-se observar, por exemplo, nas ciências da educação a psicologização da pedagogia, ou a tecnologização da epistemologia, ou a sociologização da biologia, a biologização da psicologia. Ou seja, diferentes disciplinas se combinam, porém num processo reducionista em que uma existe reduzida na outra. Uma ou outra toma a predominância como fonte autônoma de todas as variações. Esse esquema se encontra sob

¹² *Paraintelectual*: termo usado por Featherstone (1995). Indica as pessoas que trabalham produzindo informações (manuais, livros, códigos, sites, etc.) que servem para sustentar a postura dos aprendizes (novos-

diversas formas e tem seu oposto no outro extremo, que se debruça sobre si mesmo (na própria disciplina), insistindo na irredutibilidade de seus princípios, de seus conceitos, de suas práticas, tornando-se incomparável a qualquer outra disciplina, como se fosse uma doutrina.

Uma visão mais recente mostra que tanto as ciências humanas como as ciências naturais podem resolver com maior propriedade os desafios da realidade se cada disciplina operar problematizando as questões de forma múltipla com relativa autonomia e aguda sensibilidade. Ou seja, os conceitos elaborados numa perspectiva podem ser postos em relação com outros, ultrapassando simples correlações para uma operação complexa, em que as diferentes disciplinas complementam-se na análise de fenômenos, de objetos, não reduzindo mas clarificando cada vez mais a epistemologia que o explica, que sustenta a proposição (Pagès, 1998).

A epistemologia, no sentido de teoria de conhecimento, ou do estudo de como o conhecimento se desenvolve, tem evoluído no mesmo circuito do avanço científico-tecnológico. O avanço da ciência tem elevado cada vez mais a sofisticação das técnicas no processo de manipulação da natureza, entendido como processo de emancipação do homem nas ciências clássicas. Os cientistas, convencidos de que manipulam, de que experimentam com objetos, energias, elétrons, bactérias, ratos, cães, muitas vezes o fazem somente pelo ideal do conhecimento e nem sempre se dão conta de que produzem também novos processos de manipulação do homem pelo homem ou dos indivíduos pelas entidades sociais (Morin, 1998).

Quanto maior a objetivação da ciência na tecnologia, mais sutis se tornam os modos de manipulação. A experimentação sobre as coisas e a objetivação material de seus resultados implica por um lado a superação do homem sujeito a um determinado modo do trabalho; mas, por outro lado, implica a subjugação do homem às técnicas. Este é um processo extremamente dinâmico e contraditório e se infiltra em todas as dimensões da vida cotidiana das pessoas.

O enunciado de Wiener (1993) quando conceitua cibernética, analisando a questão da comunicação e do controle, faz bem claros não só os benefícios do avanço científico-tecnológico nos recursos de informação como seus limites e os riscos do uso humano de seres

ricos) ostentando um determinado estilo de vida. São profissionais que produzem demarcadores sociais artificiais (Catapan & Thomé, 1999).

humanos. Essa questão tem se feito muito presente no meio científico, alimentando por exemplo a discussão da ética e da engenharia genética.

A discussão que se preocupa com o avanço da ciência e o modo da objetivação tecnológica, suas formas construtivas e destrutivas, tem tomado maior ênfase em vista das transformações nas tecnologias de informação e comunicação, pois estas afetam de forma direta o modo de produção e a produção cultural da sociedade e estreitam ainda mais a conexão entre essas duas dimensões na produção da existência (Sfez, 1994).

A diferença entre um processamento industrial e um processamento informacional reside na baixa quantidade de energia envolvida na esfera da informação. Um processamento industrial é igualmente informacional, pois se trata de um processo no qual diferenças geram outras diferenças; no entanto, restringe-se a noção de processamento da informação aos processos que envolvem pequenas energias e que servem para conhecer, vigiar, controlar, comandar os processos com um nível de maior energia (os industriais) (Lévy, 1998).

O processamento por excelência da informação é o cálculo¹³. No sentido restrito cálculo é uma operação aritmética, mas pode-se dar a entender em uma extensão mais ampla, por exemplo: operações de triagem, de substituição, de transcodificação, de reversibilidade. Nesse caso as operações tomam um sentido mais complexo, pois é possível decompor ações globais em operações elementares repetidas em grande número de vezes e aplicá-las numa ordem determinada aos objetos sobre os quais se está operando (Lévy, 1993). É por um processo semelhante que o computador opera. Seus circuitos de base efetuam poucas ações e muito simples, que são recombinações entre si e se repetidas extensivamente realizam cálculos extremamente complexos. A atuação básica do computador se dá por impulsos elétricos. Quando presentes estão representados pelo número 1, quando ausentes pelo número 0. Para o computador representar um cálculo é preciso que todos os dados sejam codificados nessas seqüências de 0 e 1. Um sensor digital detecta de forma particular um som, ou um fenômeno visível, porém ele não aprende como o ser humano, de forma global; ele aprende em uma seqüência de impulsos elétricos do tipo binário.

O ser humano é um operador cuja competência é extremamente extensa, e basta um *insight* para ele saber uma resposta. O computador precisa ter muita informação para fazer

¹³ *Cálculo*: no sentido matemático restrito entende-se por um conjunto de operações aritméticas. Isto é uma operação, ou seja, uma ação organizada, metódica, com fins de produzir um determinado efeito. Operação matemática é uma operação realizada com regras fixas e o resultado, um dado matemático bem determinado.

algo razoavelmente 'inteligente' (Jean Khalifa, 1996). É por isso que os pesquisadores de Inteligência Artificial vivem num mundo teórico cercados de controvérsias, no entanto demonstram cada vez mais que se pode construir entidades inteligentes analisando-se em que consiste o comportamento inteligente; e determinando seus elementos básicos, determinando as regras fundamentais desse comportamento, elas podem ser implementadas em grandes escalas como, por exemplo, num sistema especialista.

A teoria da informação tem por fundamento a noção de probabilidade de surgimento de eventos em situações com duas saídas. Os objetos, os processos e as palavras são decompostos, analisados, processados pela informática numa escala muito pequena em que não sobram imagens diretamente perceptíveis, apenas uma interminável série de ocorrências de símbolos, átomos de circunstâncias que se opõem ao macrorrecorte, aos grandes elementos da vida comum, com seus nomes, suas coisas, suas unidades de sentido imediatamente sensíveis (Lévy, 1998:69).

Essa intimidade entre ciência, tecnologia e informação provoca uma alteração epistemológica no sentido do desenvolvimento do homem, pois a lógica das máquinas artificiais se aplica cada vez mais ao nosso cotidiano. Os esquemas tecnológicos informacionais não são aplicados apenas aos processos de trabalho, mas também engendram determinadas concepções de vida. Pois a cibernética, enquanto proporciona um grande sistema de informação que dimensiona as condições de complexificação do pensamento, concebe também disjunções e simplificações do real em função do elemento novo, o modo de informação que reduz tudo a si mesmo.

Se por um lado a cibernética contribuiu para romper com a idéia de cientificidade finalística reduzida à verificação, desvelando-a cada vez mais complexa, por outro lado reduz, de certa forma (Baudrillard, 1996), tudo o que era social, humano e biológico à lógica unidimensional das máquinas artificiais.

As extraordinárias descobertas da organização simultaneamente molecular e informacional da máquina conduzem-nos não ao conhecimento final da vida, mas às portas do problema da auto-organização (Morin, 1998: 24).

Entretanto, a sociedade é fenômeno de autoprodução, de auto-organização. Os processos de criatividade e invenção não são redutíveis à lógica da máquina mesmo a mais automatizada. Dito de outra forma, o conflito e a desordem não são resíduos a serem absorvidos pelo sistema informatizado; pelo contrário, são a chave constituinte de toda a

existência, e é por aí que se deve compreender epistemologicamente as implicações e as possibilidades colocadas na TCD, de modo que esta não se torne um suporte para a simplificação, para a manipulação racionalizada da informação, mas demonstre que a razão não se reduz a essa racionalidade. Para isso é preciso encarar a 'tecnologização' da epistemologia (Morin, 1998) e sua inserção do processo de manipulação, simplificação, racionalização no âmago do pensamento humano, não apenas como mais um processo a que se deve resistir mas como o próprio processo de desenvolvimento em toda a sua complexidade.

O novo modo do saber com a TCD é, objetivamente, um processo que se autodetermina. Tanto no espaço da oralidade quanto da escrita ou da linguagem digital, a tecnologia da comunicação demarca a cultura de um grupo, de um povo, de uma nação. (Catapan, 1999b)

As tecnologias da inteligência (Lévy, 1995) constituem um novo modo do ser e do saber que condicionam o controle da produção da existência a uma membrana de cálculo e informação codificada que se estende, comportando o homem e o seu entorno. Os sujeitos são levados a um tipo de competência cognitiva capaz de recorrer a modos de pensamento abstratos para dominarem a formalização de um ambiente que se torna cada vez mais tecido em códigos e mensagens.

O contato com a matéria passa por indicadores codificados, números, sinais em telas. O comando e o controle das máquinas não dependem mais do movimento da mão ou do envolvimento do corpo mas sim de uma precisa combinação de símbolos. Com a mediação digital a primazia da interação sensório-motriz deixa o lugar à do sensório-simbólico, até a pura abstração codificada (Lévy, 1998:16).

O armazenamento, a transmissão e processamento automático das informações digitais interpõem uma mediação inédita entre os sujeitos humanos e seu tecnocosmo.

A mediação em TCD remodela atividades cognitivas fundamentais que envolvem a linguagem, a sensibilidade, o conhecimento, e acelera a imaginação criativa (Catapan & Fialho, 1999). Novas configurações emergem em relação à escrita, à leitura, à escuta, ao jogo, à música, à configuração e visão de imagens, promovendo o acontecimento que concerne ao ensino e à aprendizagem e ao modo do saber.

A escrita toma plasticidade e flexibilidade inédita graças à capacidade de armazenamento, distribuição e redimensionamento de um texto ou de um hipertexto (Catapan, 1999c). A leitura interativa constitui sistemas múltiplos de percurso capazes de colocar em diálogo inúmeros leitores e de dialogar com eles colocando à sua disposição ferramentas para

buscar informações, criar bancos de dados, bem como operar com uma proposição inicial ou com um banco de dados, estreitando a diferenciação entre leitor e autor.

A música informatizada escapou dos laboratórios Bell e através de uma interface padrão, um simples computador pode comandar a produção de uma seqüência sonora, uma sinfonia complexa em qualquer sintonizador. Atualmente existem linguagens de composição automática muito semelhantes às linguagens avançadas da informática. Os programas são digitados no computador através de teclado alfanumérico e comandam diretamente a produção de um som, de uma melodia, de uma sinfonia. Até o século XIX os compositores escreviam, com tinta, notas em pautas; o executante decifrava essa escrita e a interpretava como uma ação corpórea sobre um determinado instrumento de madeira, de cobre ou de cordas. O gesto de um músico que manuseia um dispositivo digital, que simula um instrumento pode ser inteiramente gravado, transformado, sintetizado. Hoje todas as etapas de produção musical, da concepção inicial até a vibração final, podem se reduzir a uma codificação no modelo digital de um sinal físico. Isso tudo faz com que se repense a criação, a composição, e o próprio discurso musical emerge em uma outra dimensão.

Essa música de ritmo complicado, de oito ou doze tempos, cujo som parece planear, difuso, igual a um gongo abafado que acaba de vibrar, é a Índia inteira, mística e fervilhante, que desabrocha em nosso ouvido. O frêmito desses dois pássaros num galho de bambu, essa paisagem de montanha e rochedos escalonados no nevoeiro, ao pé dos quais caminha uma diminuta silhueta, nos transmitem num só olhar a sensibilidade da China do Song. Os andróides sem rosto de Simone Nahas ou Duane Palyka, as tapeçarias siderais de David Em ou os artefatos orgânicos de Kawagushi parecem fechados em sua perfeição sintética, separados de nós pela superfície lisa das telas (Lévy, 1998:39).

Não são apenas os critérios de gosto, mas a própria sensibilidade que varia de acordo com as mediações que favorecem a interpretação da mensagem até a percepção da mais profunda estrutura do mundo percebido.

A *emergência* (Ascot, 1997) é a chave para se entender a arte na Web. A telepresença implica profundamente o conhecimento distribuído, a criatividade colaborativa e a vida artificial no sentido do eu, no sentido do que é o natural, do que é ser humano, do que é o ser e o saber.

A imagem digital amplia o campo do visível, embora se reconheça que as imagens nem sempre concernem à verdade e podem ser usadas tanto para asseverar como para dissimular os fatos, a semântica, a sintática ou mesmo a pragmática da questão (Sfez, 1994). A maioria das

estratégias de manipulação de imagens na TCD não são sempre falsificações, mas diríamos maneiras diversas de transmitir significados (Santaella, 1998).

A arte de formalização desenvolveu-se antes da informática, especialmente na lógica e na matemática. A conversão em algoritmos dos cálculos numéricos antecedeu a formalização de outras atividades intelectuais. Atualmente não se informatizam apenas cálculos científicos ou problemas onde todos os casos são previstos. As competências das máquinas se estendem para outros campos - confusos, incertos, parcialmente desconhecidos - concernentes às atividades humanas. A Inteligência Artificial (Winn, 1997) estende-se para uma esfera relativamente indeterminada. Os sistemas especialistas são levados a registrar seus percursos e extrair de seus atalhos heurísticos ganhos ao nível de uma certa racionalidade, detectando incoerências e generalizando procedimentos.

A simulação tridimensional proporciona uma visão de fenômenos físicos, de reações químicas, de processos biológicos ou de hipóteses cosmológicas que com uma observação rápida permitem examinar as conseqüências de uma decisão, de uma escolha. Arquitetos, designers industriais ou conceptores de novas moléculas químicas, com uma inspeção visual simples, podem ter a leitura necessária para definir sua intervenção. As imagens fluem à luz dos olhos, filtradas, coloridas, polidas, codificadas através de satélites, de microscópios ou de câmaras (Santaella & Nöth, 1998). Muitos processos e fenômenos que só podiam ser concebidos em nível intelectual podem ser vistos, lidos, decodificados, reorganizados, manipulados por virtude da imagem digital. Os sistemas de concepção assistidos por computador, a exemplo do CAD, liberam o mentor da maior parte das tarefas ligadas à execução, como os tediosos cálculos intermediários, as coletas e a organização de dados, deixando-o livre para a criação.

Antes de qualquer construção efetiva, o sistema CAD permite observar sua rotação em torno de qualquer eixo, obter uma visão transversal, próxima ou recuada, deslocá-la na tela e conferir num só olhar se ela se ajusta bem às outras peças. A simulação de suas condições de uso autoriza uma análise técnica extremamente rápida. Assim fica facilitada a revisão dos possíveis (Lévy, 1998b:24).

Uma alteração no parâmetro numérico, e o técnico pode obter uma nova peça, um novo desempenho. Os programas de simulação podem demonstrar inúmeras soluções realizáveis, podem indicar os possíveis. As simulações em Realidade Virtual podem imergir o sujeito em ambientes "micromundos" sensíveis, que representam uma nova dimensão da computação interativa (Casas, 1999). A Realidade Virtual é hoje mais explorada em ambientes sofisticados

de preparação profissional, na área médica, militar, de engenharia; é muito explorada também na área de entretenimento.

Os sistemas de simulação indicam a possibilidade de superação entre os processos de concepção e execução e promovem parcerias incansáveis, pois são sempre os resultados objetivados e passíveis de disponibilização, instaurando um *continuum* de concepção que eleva indefinidamente a competência humana (Lévy,1998b).

As novas tecnologias interferem na forma de o Ser conceber e atualizar suas experiências, modificando o modo e o tempo da organização reflexiva dos processos mentais.

Pode-se simular de forma gráfica e interativa fenômenos muito complexos e abstratos para os quais não existe correspondente natural, por exemplo: evolução da espécie biológica, ecossistemas, guerras, crises econômicas, processos de controle de fenômenos químicos, físicos e biológicos, por exemplo; <http://cim.ucdavis.edu/Eyes/Version1/eyesim.htm>

A modelagem em simulação traduz de forma visual e auditiva a dinâmica de aspectos não-visíveis em estado atual, como uma encenação singular baseada em descrições ou modelos numéricos dos fenômenos simulados, e valem tanto quanto as descrições, com o diferencial de que é uma estrutura de comunicação digital interativa, portanto virtual. Os sujeitos podem interagir no sistema com inúmeras hipóteses e podem variar e repetir a experiência quantas vezes for necessário num espaço contínuo em diferentes níveis de abstração. Ou seja, a simulação permite formalizar diferentes conjuntos de relações lógicas explícitas entre variáveis, fazendo variar sistematicamente diferentes parâmetros para estudar o comportamento do modelo antes de comparar os resultados com o fenômeno nas suas reais dimensões.

A Realidade Virtual (Winn, 1997) também é uma modelagem no sistema simulação que se dá em espaço contínuo mas em nível de interação diferenciado; é uma interação por imersão que proporciona experiências diretas em ambientes virtuais, em nível do sensível. Ou seja, é uma interação numa estrutura de comunicação integrada, digital, imersiva. O sujeito interage virtualmente em um sistema real de experiência em primeira mão através da imersão em um ambiente virtual real, não descritivo, e sim constitutivo de imagens, sons, luzes, cores. O ambiente em RV proporciona experiências empíricas, diretas, em nível do sensível, do tocar, do sentir, do perceber através de recursos virtuais específicos como *glove*, por exemplo

(Casas, 1999). Essa modalidade está mais explorada na área de formação profissional específica e do entretenimento.

A utilização multiforme dos computadores nas mais variadas esferas da vida vem redimensionando não só as formas de acesso à informação mas essencialmente o modo de se conhecer o conhecimento (Morin, 1986). Seja implicado no processo de abstração na epistemologia, seja na manipulação cada vez mais complexificada na engenharia genética, seja na leveza das artes e entretenimento, seja na globalização do mercado de produção e de consumo, a TCD vem imprimindo um ritmo diferenciado e inédito na produção da existência humana. Esse processo carrega em instância direta uma redefinição na função da educação, do fazer pedagógico, enquanto altera qualitativamente os modos de acesso e de construção do conhecimento.

A difusão do uso do computador nos processos formais de ensino não está se dando na mesma propulsão e rapidez que nas outras áreas, mas acredita-se que daqui a algumas décadas o manuseio das linguagens informatizada fará parte do ensino em todos os níveis. Há um certo tempo desenvolve-se uma linguagem - LOGO - exclusivamente com propósitos pedagógicos, embora não esteja em jogo apenas uma linguagem, mas sim o desenvolvimento de um propósito pedagógico, de um modo de pensamento ligando a informática à pedagogia. As linguagens mais usadas recentemente como PHP, Delphi, AutoCad, desenvolvidas sob a forma de inferências lógicas elementares, são regras utilizadas por um raciocínio complexo, contribuem cada vez mais para a elaboração de programas endereçados ao ensino e à pesquisa pedagógica. Infelizmente a linguagem LOGO, mais apropriada ao ensino construtivista, não tem tido grandes impulsos, pois não tem o mesmo potencial mercadológico que as demais.

A evolução da ciência, da técnica e do saber se inter-relacionam (interação, inferência, implicação) intimamente e impõem transformações em todas as áreas de conhecimento, singularmente na área da pedagogia. Todas as afirmações científicas implicam sempre uma epistemologia, como corpo de noções conceituais explícitas ou implícitas, que determinam a perspectiva da observação (Machado, 1996). Na pedagogia, a concepção epistemológica que constitui um dos seus aportes é definidora da organização do processo de relação na qual ela se estabelece. Isto é, a concepção do conhecimento - objeto central do processo pedagógico - define os seus pressupostos teórico-metodológicos, e de forma singular o modo de

comunicação que se estabelece entre os sujeitos e o objeto de conhecimento específico - no caso o conhecimento do conhecimento (Morin, 1986).

A aptidão informatizada para a formalização e explicitação das práticas está se tornando cada vez mais essencial, acompanhada de um crescente imperativo de comunicação - comunicação dos homens com a máquina, comunicação entre humanos, comunicação entre os homens mediada pelas máquinas - através da explicitação digital. A comunicação digital envolve as relações entre as Idéias e o Conceito, entre o saber e a proposição, entre representações e a realidade, entre disciplinas e campos de aplicação diferentes. Entretanto é preciso ter presente que quanto mais coerente e formalizado um modelo, maior a possibilidade de testá-lo e de modificá-lo. O ambiente de TCD amplia cada vez mais sua esfera de atividades sociais. A divisão em módulos e a articulação lógica e explicitada de condutas inteligentes possibilitam cada vez mais uma modelagem coletiva. Essa é a marca da cibercultura, como diz Morin (1998:109):

Vejo a infiltração da técnica na epistemologia de nossa sociedade e de nossa civilização, no sentido em que é a lógica das máquinas artificiais que se aplica cada vez mais às nossas vidas e na sociedade. Não aplicamos os esquemas tecnológicos apenas ao trabalho manual ou mesmo à máquina artificial, mas também às nossas próprias concepções de sociedade, vida e homem.

A nova base técnica microeletrônica impõe-se radicalmente, impulsionada pela integração entre os avanços da informática e das telecomunicações, transformando o sistema de comunicação em instrumento de mediação cultural básico.

Um processo de aprendizagem é, em sua essência, um processo de mediação cultural (Forquin, 1995) e depende da congruência interna entre seus elementos, isto é, da organização do processo pedagógico como um todo e dos instrumentos de mediação que o sustentam.

Toda e qualquer experiência pedagógica não prescinde de um processo metodológico que a coloca em movimento, ao qual subjaz uma concepção que se objetiva em um plano, em um método, porém não se reduz a ele (ao processo metodológico). O que garante a qualidade de um processo de trabalho de caráter pedagógico, intrinsecamente, é a congruência entre seus elementos: concepção, conhecimento específico e organização didático-metodológica, e extrinsecamente, a pertinência em relação à complexidade dos desafios culturais que a circundam. Na complexidade que constitui o processo de trabalho pedagógico destacou-se para os limites desta pesquisa três dimensões que se entende fundamentais e passíveis de observação e análise: *interação*, que é o eixo da concepção pedagógica; *virtualização*

enquanto um sistema simulação digital utilizado no ensino; *abstração*, processo de conhecimento indicador do nível de aprendizagem que pode ser alcançado. Basicamente, trata-se aqui de analisar o processo de inserção dos sujeitos no trabalho pedagógico e as implicações do uso de recursos informatizados que favorecem a interação num ambiente de cooperação.

A pedagogia sofreu nos últimos tempos duas transformações radicais: a passagem ao *status* de ciência da educação e a ruptura crítica ideológica provocada pelo entrelaçamento político-filosófico com a questão não menos ideológica de uma ciência neutra.

A pedagogia é *sempre* ciência e política e filosofia, enquanto se nutre e se apropria do método científico, mas também se coloca num tempo histórico-ideológico, assumindo uma perspectiva ideológico-política, assim como escolhe valores e os discute ou então imprime rigor ao próprio discurso segundo modelos racionais e/ou críticos. Dada essa complexidade de discurso (variedade e riqueza, mas também conflito de elementos), é necessário investir a pedagogia de uma pesquisa que fixe suas características epistêmicas (de rigor e racionalidade), permitindo (da própria pedagogia) uma interpretação e uma reconstrução ou controle de seu discurso e, portanto, de sua identidade como saber (Cambi, 1999:635).

A partir dos anos 60 há uma retomada rigorosa em torno do estatuto lógico da pedagogia; desenvolve-se então uma rica reflexão epistemológica que pode ser agrupada em quatro modelos básicos (Cambi, 1999).

O modelo analítico interpreta o discurso pedagógico organizado como princípio da lógica científica, baseado nos critérios de explicação e verificação apoiados no neo-empirismo. Esse modelo comporta também a análise lingüística que estuda a linguagem pedagógica e seus recursos metafóricos. Essa abordagem de análise da pedagogia destaca a interpretação mais ligada à lógica informal (Keneller, apud Cambi, 1999).

No campo do estruturalismo inspirado no racionalismo crítico de Popper desenvolvem-se as metateorias de educação apontadas nas pesquisas de Brezinka (apud Cambi, 1999).

Na mesma época, além desses modelos clássicos de análise da pedagogia, o modelo dialético reconduz a pedagogia para o campo da ideologia, como um saber operativo condicionado a valores que se centram em análises a partir de concepções de mundo ou concepções políticas. Nesse modelo a pedagogia é desmascarada e reinterpretada à luz da práxis política (Broccoli, apud Cambi, 1999). Essa abordagem se propõe teorizar um saber pedagógico com base científica mas corrigido pela consciência política.

Recentemente surgiu na Alemanha (Röhrs, apud Cambi , 1999) e também na América do Norte a análise da pedagogia a partir da hermenêutica. Esse modelo interpreta a pedagogia em tempo histórico nas suas práticas cognitivas e submete-a ao processo de descontração crítica e em seguida a uma reinterpretação dos princípios ideais de emancipação humana, definindo-se pela função que tal saber exerce ou que deve exercer no desenvolvimento histórico dos sujeitos (Cambi, 1999).

Além desses quatro modelos não se pode esquecer o modelo metafísico, que é uma das posições ainda mais presentes e ativas na pedagogia (Maritain, Hessen apud Cambi , 1999). Esse modelo é influenciado pelo neokantismo e pelo pensamento cristão. A ele cabe a maior parte do controle da aplicação ou da organização da produtividade da pedagogia.

Essa profusão recente de pesquisas na pedagogia está delineando uma nova imagem da pedagogia como *um saber complexus* que pode ser interpretado por diferentes paradigmas em confronto interdisciplinar e dialético que concerne a uma metateoria e articula epistemologicamente diversas áreas, constituindo seu *corpus* teórico como uma ciência aplicada. Algumas questões emergentes são definidoras dessa nova concepção na pedagogia; por exemplo, a questão do feminismo, da ecologia, da cibercultura. Esse movimento está em construção e não se tem ainda clara sua direção, porém algumas referências vão se delineando e tomando corpo, como as referências à emancipação humana ou à autonomia, à auto-organização, às diferenças, à transversalidade no modo do ser e do saber mediados pela TCD. Nessa dimensão, na hipótese de Lévy, emerge um novo espaço: o espaço antropológico ou o espaço do saber. O espaço do saber é o inverso do espaço da terra, do espaço do território e do espaço da mercadoria.

O espaço do saber é um sistema de proximidade (espaço) próprio do mundo humano (antropológico) e portanto dependente de técnicas, de significações, de linguagens, da cultura, das convenções, das representações e das emoções humanas (Lévy,1998:28).

Seja como for, pela lógica da diferença, da auto-organização, da ecologia ou da cibercultura, na verdade um novo espaço, um novo sujeito, um novo tema estão se impondo à pedagogia contemporânea, transformando radicalmente sua ordem interna e suas relações externas e obrigando-a a se reorganizar tanto no seu aparato teórico como no sentido metodológico.

Nesse novo espaço da cibercultura o saber (objeto básico do fazer pedagógico) é distribuído nas relações humanas que se estabelecem no mundo da linguagem digital e rompem o culto ao mito de indivíduos ou comunidades fetichizadas, controladoras deste ou daquele saber, enclausuradas nesta ou naquela ideologia. As diferenças transmutam-se em riqueza coletiva no processo dinâmico da interação dos saberes, no qual cada um é reconhecido como uma pessoa inteira - um inteiramente outro (Maturana 1970); não há controle em seu processo de aprendizagem nem por programas, nem por pré-requisitos ou classificações *a priori* ou *a posteriori*. A inteligência é distribuída e incessantemente reconstruída em tempo real (Lévy, 1998a), revalorizada nas coordenações das ações por abstração reflexionante (Piaget, 1989), resultando em uma mobilização efetiva e imanente das competências humanas (Ropé, 1997).

Acredita-se que a transformação mais contundente que sofre a pedagogia, e que concerne às demais, é a provocada pela tecnologia, que impõe uma relação transversal entre o sujeito e o saber no espaço do saber. Pois o saber é a alma da pedagogia, sem de forma alguma pinçá-la das relações ecológicas, de gênero, econômicas, biológicas, sociológicas, uma vez que isso a destruiria.

O principal problema para a abordagem pedagógica nesse novo quadro é enfrentar a complexidade da questão, determinando os limites de uma especificidade científica, e ao mesmo tempo lançar luz sobre a maneira como as relevâncias científicas são realmente circunstanciais, sem cair ou num conservadorismo intelectual ou na inércia do todo caótico. Em outras palavras, a tarefa do pedagogo nesse contexto consiste em discernir com clareza que a ciência (no caso a ciência da educação) é parte de um mundo mais amplo, é parte da complexidade da vida, da razão cotidiana, da qual depende uma visão filosófica, epistêmica, metodológica. O que é pertinente para o pedagogo (ou para o fazer pedagógico) não é o mesmo que é pertinente para um jornalista, para um comunicador, para um designer, para um informaticista, para um psicólogo, para um sociólogo, para um biólogo ou mesmo para um epistemólogo, embora sejam essas áreas constitutivas do *corpus* teórico da pedagogia. Esta tem sua essência, sua substância e seu fazer próprio, que se constitui na interseção com essas áreas.

Numa concepção multirreferencial a Pedagogia constitui-se no fulcro onde fluem diversas áreas de conhecimento, e opera como um plano de imanência. Sua constituição como

uma ciência aplicada concerne às áreas das ciências humanas como fundamento básico, mas também concerne às outras áreas porque implicada com a área dos conhecimentos específicos a serem ensinados e com os métodos pelos quais se objetiva como um plano de gestão.

A dificuldade da área pedagógica em desenvolver uma análise científica da natureza de sua tarefa é, portanto, considerar a complexidade de seu caráter e ao mesmo tempo atender as propriedades filosóficas, científicas e metodológicas. Em se tratando de análise da relação entre pedagogia e tecnologia (outra área também extremamente complexa) é necessário levar em conta o sujeito, o objeto e a mediação de seus espaços, o ser, o saber e o aprender mediados pela TCD. Dentro desse quadro amplo, tomar um ponto de referência que seja observável, verificável e ao mesmo tempo generalizável é o desafio do fazer ciência da educação.

4. Virtualização, Interação, Abstração: o Modo do Aprender

O objeto (transversal) atravessa as três virtualizações fundamentais da antropogênese, ele é constitutivo do humano como sujeito social, sujeito cognitivo, sujeito prático. O sujeito se abre ao jogo dos objetos comuns que tecem num mesmo gesto simétrico e complicado a inteligência individual e inteligência coletiva, como o anverso e o reverso do mesmo tecido bordando em cada face a marca indelével e flagrante do outro.

Lévy

A pedagogia é um saber em transformação em crise, em tensão por desafios de instâncias radicais, como o mundo da comunicação e da informática. Todavia é um saber central, social, política e culturalmente, que se constitui e se desenvolve num processo sistemático e intencionalmente organizado que interfere na produção da existência dos sujeitos. Os problemas educacionais implicam um empenho de formação, um itinerário de intervenção que compete à pedagogia, à ciência da educação desenvolver. Nesse estado de emergência cultural que se faz presente, a ação e o pensamento pedagógico não podem abandonar a paixão pelo homem, pelo seu resgate e plena realização, nem a consciência do rigor conceitual para traçar uma secante nesse caos e reconhecer os concernentes e referências necessários ao desafio que se impõe na imanência de uma nova cultura, a cibercultura - a virtualização da cultura.

A universalização da cibercultura propaga a co-presença e a interação de quaisquer pontos do espaço físico, social ou informacional. Neste sentido, ela é complementar a uma segunda tendência fundamental: a virtualização (Lévy:1999:47).

A palavra virtual pode ser entendida de três formas: no sentido técnico, ligado diretamente à informática, no sentido corrente como irrealidade e no sentido filosófico como potência e não ato.

No sentido corrente *virtual* é usado, de forma geral, para designar uma irrealidade, algo que não se põe materialmente como palpável. Nesse caso a expressão *realidade virtual* é no mínimo fantasmagórica, pois uma coisa deve ser ou real ou virtual (Lévy, 1999).

Para a filosofia (Deleuze, 1968), o virtual é uma plena realidade enquanto virtual. Ou seja, o virtual pode ser definido como uma estrita parte do objeto real - como se o objeto tivesse uma de suas partes no virtual e mergulhasse aí como uma dimensão objetiva - o virtual não se opõe ao real mas se opõe ao atual e não se confunde com o possível.

A realidade do virtual consiste nos elementos e relações diferenciais e nos pontos singulares que lhes correspondem. A estrutura é a realidade do virtual. O virtual é completamente determinado. O virtual é a característica da idéia; é a partir de sua realidade que a existência é produzida, e produzida em conformidade com um tempo e um espaço imanentes à Idéia (Deleuze & Guattari, 1968:323).

O virtual é completo enquanto idéia, e é real enquanto parte estrita do objeto. Os elementos, as variedades das relações, as singularidades coexistem na obra ou no objeto, na parte virtual da obra e do objeto, sem que se detecte qualquer evidência mais acentuada em um ou em outro ou sobre os outros de forma a constituir um centro ou um ponto unificador. O que falta a uma determinação completa ao objeto ou à obra é o que implica as determinações próprias da existência atual. Por isso o virtual se opõe ao atual. Todo objeto é duplo, sem que suas duas metades se assemelhem, sendo uma a imagem virtual e, a outra, a imagem atual (metades desiguais ímpares). A atualização do virtual se dá por diferença, divergência ou diferenciação. Rompe tanto com a semelhança como processo quanto com a identidade como princípios (Deleuze, 1968).

A diferença corresponde às variedades de relações e aos pontos singulares de valor em cada diferença. A diferenciação determina o conteúdo virtual da idéia como problema. A diferenciação se faz na atualização do virtual, na constituição das soluções do problema, como a segunda parte da diferença que concerne à integridade do objeto. Esta se dá em relação à qualidade ou à espécie que atualiza a variedade e em relação ao número ou às partes distintas que atualizam pontos singulares. A natureza do virtual é tal que atualizar-se é diferenciar-se. Nesse sentido as ações de atualizar, diferenciar, integrar, resolver, são sinônimas (Deleuze, 1988).

O virtual não se opõe ao real (é realidade plena) e seu processo é a atualização. O virtual difere do possível. Este se opõe ao real e seu processo é a realização. O virtual concerne à idéia, o possível concerne ao conceito e por sua vez o conceito concerne à atualização (Deleuze, 1988).

Na tecnologia, um mundo virtual - considerado como o conjunto de códigos digitais - é um potencial de imagens, enquanto uma determinada cena, durante uma imersão no mundo virtual, atualiza esse potencial em um contexto particular de uso (Lévy, 1999). Nesse sentido a cibercultura está ligada à virtualização por duas formas: direta e indireta. A digitalização da informação se aproxima da virtualização enquanto os códigos digitais inscritos nas bases dos

computadores são invisíveis e transferíveis (repetidos indefinidamente) de um nó a outro na rede - não são totalmente mas são quase virtuais, pois independem de coordenadas espaço-temporais determinadas. A rede encontra-se fisicamente determinada em algum lugar, mas virtualmente presente em cada ponto onde seja acessada.

A informação digitalizada (0 e 1) pode ser considerada virtual pois enquanto tal é inacessível ao ser humano em sua plena realidade - toma-se conhecimento direto de sua atualização através da exibição do problema. Os códigos invisíveis atualizam-se em algum lugar, em textos legíveis, em imagens visíveis sobre tela ou papel, em sons audíveis na atmosfera. Esse sistema é suscitado por 'analogia biológica' como se fosse uma rede do tipo neurônio, isto é, unidades simples de processamento ou *nós*, conectados entre si sinapticamente (Button et al., apud Levy, 1999).

O desenvolvimento das redes digitais interativas favorece, indiretamente, outros movimentos de virtualização. Com o código digital, a comunicação continua o movimento de virtualização iniciado por técnicas mais antigas como a escrita, a gravação em som e imagem, o rádio, a televisão, o telefone. Esses meios de comunicação já garantiam uma comunicação assíncrona e à distância. A particularidade da virtualização no ciberespaço é o código digital e suas condições de possibilidade em que um grupo ou grupos humanos se coordenem, cooperem, alimentem e consultem uma base comum de informações, em tempo real, independente da localização espaciotemporal. Por exemplo, as ferramentas da cibercultura conduzem à virtualização das organizações e estas tornam-se cada vez mais independentes de lugares determinados, de horários de trabalho fixos, de planejamentos a longo prazo. As transações econômicas e financeiras evidenciam ainda mais seu caráter virtual, que teve origem na criação do valor, da moeda e dos bancos (Castells, 1999). Enfim, a virtualização extensiva no ciberespaço acelera a virtualização da economia, da sociedade, da cultura e da arte. (Lévy, 1999)

Para Deleuze 1997, a virtualização (a idéia) se atualiza (o conceito) pela diferenciação determinada pelo estabelecimento das diferenças e pela intensidade da repetição dessas diferenças. A intensidade da diferenciação promove o acontecimento que é pura criação e envolve processos harmônicos de entendimento e sensação, que se atualiza como conceito. O acontecimento se dá por um dinamismo espaciotemporal, por uma sinapse neuronal. Esse

processo de atualização se faz pela eleição do problema, pela possibilidade da bifurcação contínua de escolhas e é o próprio movimento de aprendizagem.

Na filosofia da diferença e repetição de Deleuze (1988), a diferença e a repetição fundam o movimento da atualização, que se dá por diferenciação como criação. Na tecnologia a atualização, na ordem do conceito, se funda mais pela repetição das estruturas do que pela criação, em vista da inacessibilidade ao virtual enquanto idéia - realidade plena. Porém em ambas as dimensões a diferenciação como atualização se faz presente. Tanto na concepção filosófica como na operação tecnológica o movimento se dá do virtual ao atual e não do mais geral ao menos geral, como na filosofia tradicional. Esse movimento se faz através de diferenciações progressivas entre o virtual e o atual. O virtual está para o ciberespaço como está para a Idéia. A atualização se faz pela eleição de um problema, ou pela manifestação de um acontecimento. A Idéia e o ciberespaço são mundos inteiros. A Idéia concerne a um todo; o ciberespaço concerne ao ilimitado. Tanto na Idéia como no ciberespaço a diferenciação das espécies ou das partes se dá por escolha promovida pelo acontecimento. As escolhas na rede de bifurcações (Prigogine, 2000) supõem sempre dinamismo em um espaciotemporal - *drama ou acontecimento* (Deleuze, 1968).

Acontecimentos são processos dinâmicos que determinam a atualização da Idéia ou a atualização do problema. Esses processos criam ou traçam um espaço correspondente às relações diferenciais e às singularidades a serem atualizadas. Os dinamismos são tanto temporais quanto espaciais, e no mesmo momento em que constituem tempo de diferenciação, traçam espaços de atualização.

Porém essas determinações dinâmicas engendradas pela intensidade, e que definem o ser sensível, não se reduzem a esquemas. O esquema é uma regra de determinações do tempo de construção do espaço, mas ele é pensado e acionado em relação ao Conceito como possível, e essa referência é sua própria natureza em construção dinâmica (Piaget, 1978). O esquema faz com que as correlações espaço-temporais correspondam às correlações lógicas do Conceito, como exterior ao Conceito. Por isso ele não pode, por si mesmo, ser suficiente para promover a necessária harmonia entre o entendimento e a sensibilidade - unidade do acontecimento. O esquema tem uma força imensa: é por ele que o Conceito pode ser dividido, especificado de acordo com uma determinada tipologia. O Conceito por si mesmo não pode especificar-se ou dividir-se pois os dinamismos espaço-temporais (os acontecimentos) agem sobre ele (como

arte oculta) como agente de diferenciação. O esquema age pelos acontecimentos mas não dá conta deles, em sua potencialidade.

Os Acontecimentos são exteriores ao Conceito e interiores à Idéia. Ao dinamismo compreende determinar o espaço e o tempo, enquanto encarna as relações diferenciais, as singularidades, e a progressividade imanente à Idéia (Deleuze, 1988).

Os esquemas cognitivos derivam uns dos outros e, em última análise, dependem sempre de coordenações nervosas e de coordenações orgânicas, de tal modo que o conhecimento é necessariamente solidário com a organização vital no seu conjunto. (Piaget, 1978). Os esquemas agem pelos acontecimentos mas não dão conta deles. Isto é, os acontecimentos concernem ao virtual, enquanto interior à Idéia e ao Conceito, ao passo que este concerne ao atual que, em última instância, é o processo (o vir-a-ser) do virtual; portanto a oposição entre virtual e atual não se dá no sentido da anulação e sim no sentido da subsunção¹⁴.

A verdadeira oposição está entre Idéia e representação¹⁵. Pois na Idéia o Conceito se dá na sua atualização (da Idéia). A Idéia que retiramos dos fatos e confirmamos pelo raciocínio é de que nosso corpo é um instrumento de ação, somente de ação. Em nenhum grau, em nenhum sentido, sob nenhum aspecto ela serve para preparar ou muito menos explicar uma representação (Bergson, 1999). Na representação, o Conceito é como que uma possibilidade: mas o sujeito da representação determina ainda o objeto como realmente concerne ao Conceito, como essência e não um vir-a-ser na interação. Os trabalhos de Novak & Gowin (1984) baseados em mapas conceituais fundam-se na representação, embora tenham por princípio a interação e por objetivo a construção do conhecimento. Nesse caso eles tomam como 'elan' da aprendizagem o Conceito e não o Acontecimento, limitando ainda o conceito aos esquemas elaborados anteriormente, pois constituem o mapa conceitual (representações) mas não são movimento espiral do processo de abstração (Piaget, 1995). Em seu conjunto a representação é o elemento do saber que se efetua na recorrência do objeto pensado e sua reconhecimento por um sujeito que pensa (apriorismo). A característica da Idéia, pelo contrário,

¹⁴ *Subsunção*: em sentido próprio, a assunção da premissa menor do silogismo, para reservar o termo à premissa maior (Abbagnano, 1998). Em Bergson (1999) a representação se assemelha ao esquema construído anteriormente e ao qual o sujeito pode ou não recorrer para alongar ou abreviar seu efeito; o sujeito lhe atribui uma duração arbitrária.

nada tem a ver com possibilidade mas sim com multiplicidade, e a multiplicidade não suporta qualquer dependência em relação a identidades no sujeito ou no objeto. Na multiplicidade, na Idéia - no virtual - o termo essencial tem um sentido contrário ao que se usa na filosofia tradicional. A essência é precisamente o acidente, o acontecimento. O sentido de essência aqui é o contrário do contrário (Deleuze, 1988). Na verdade a Idéia não é o elemento *saber*, mas o elemento *apreender* infinito que por sua natureza difere do saber, pois apreender evolui inteiramente na atualização da Idéia, na compreensão do problema enquanto tal, na apreensão e condensação das singularidades, na composição dos corpos e dos acontecimentos.

A representação e o saber modelam-se inteiramente sobre as proposições da consciência que designam os casos de solução: mas por si mesmas, estas proposições dão uma noção totalmente inexata da instância que elas resolvem ou esclarecem, instância que as engendra como casos. A Idéia e o aprender exprimem, ao contrário, a instância problemática, extraproposicional ou sub-representativa: a apresentação do inconsciente, não a representação da consciência (Deleuze, 1988:310).

Nesse caso a aprendizagem não é um reconhecimento do saber dado, e sim uma construção como atualização da Idéia. Porém não se deve compreender Idéia como objeto de uma faculdade. Idéia na concepção aqui trabalhada diz respeito a todas as faculdades. Ela torna possível a existência de uma faculdade como tal enquanto objeto diferencial, ou o exercício transcendente dessa faculdade. Nesse sentido aprender pode ser entendido de duas formas complementares que se opõem igualmente à representação no saber: *aprender é penetrar na Idéia em sua variedade e seus pontos relevantes; aprender é elevar uma faculdade a seu exercício transcendente disjunto, elevá-la a este encontro e a esta violência que se comunicam às outras* (Deleuze, 1988). Aprender é descolar-se do empírico e procurar como as questões se desenvolvem como problemas numa Idéia. É confrontar o pensamento que vai do problemático (Idéia) à questão

Em síntese, aprendizagem é Idéia e Conceito fluindo um no outro, sujeito e objeto constituindo-se um no outro, sem contudo saírem de si mesmos, sem deixarem sua natureza, pondo-se em um terceiro como um inteiramente *outrem*. É a inteligência individual constituindo-se inteligência coletiva no ciberespaço.

A problemática da aprendizagem é uma questão que pode ser estudada nesse movimento entre o virtual e o atual. Nesse caso parece ser possível proceder a uma análise em

¹⁵ *Representação*: há diversas interpretações desse termo no sentido filosófico. O que Deleuze parece estar trabalhando é com o sentido de que representar é causar o conhecimento do mesmo modo como o objeto causa o conhecimento (Abbagnano, 1998).

um sistema de simulação em TCD para verificar em que nível se processa a construção do conceito.

A digitalização não é uma desmaterialização, como de forma geral se afirma. A codificação digital não é uma imaterialização da imagem, pois esta subsiste em um suporte físico, ocupa uma determinada porção de espaço, requer um código de inscrição, requer rede e energia física, porém em outra dimensão de espaço e de tempo, isto sim; é mais fluida, mais volátil, uma forma particular, a forma virtual, aproximando-se da potencialidade da Idéia em alguns aspectos.

O dispositivo informacional digital qualifica a estrutura da mensagem ou o modo da relação dos elementos da informação. No ciberespaço surgem dois modos dispositivos informacionais que são originais em relação aos *media* anteriores; o mundo virtual (simulação e imersão) e a informação em fluxo (interatividade em rede). O mundo digital dispõe informações em rede, e o mundo virtual propriamente dito dispõe informação em espaço contínuo (Lévy, 1999).

Lévy classifica de realidade virtual no sentido próprio (mais forte) quando o virtual se atualiza por processos de imersão - uma interação sensório-motora com o conteúdo de uma memória de computador através de instrumentos especiais como capacetes estereoscópicos e *datagloves*; e no sentido mais restrito (menos forte), quando a atualização do virtual se dá por navegação por proximidade. O sujeito é imerso no mundo virtual através de uma imagem de si mesmo (avatar), e cada ato do indivíduo modifica o mundo virtual e a sua imagem virtual nesse mundo. Esse sistema está baseado em uma modalidade tátil e proprioceptiva (real ou transposta) desenvolvida em princípio de cálculo em tempo real de uma interação de um modelo digital do explorador com o modelo de uma situação, enquanto o explorador controla os feitos e gestos do modelo que o representa na simulação - programas baseados em agentes inteligentes, videogame, jogos (Lévy, 1999).

O modelo virtual mais leve (fraco), para a classificação de Lévy, é a virtualidade informática. Esse modelo considera que uma imagem é virtual se em sua origem for uma descrição digital em uma memória de computador. Nesse caso o virtual (memória do computador) se atualiza na tela. Torna-se mais virtual quando sua descrição digital não é um depósito estável na memória mas é calculada em tempo real, por um programa a partir de um modelo e de um fluxo de dados de entrada. Estão nessa classificação os hipertextos,

hiperdocumentos, banco de dados e simulações interativas que dizem respeito a uma virtualidade informática no sentido amplo. Essa virtualidade é resultante da digitalização e se processa pela geração automática, ou de cálculos, de uma grande quantidade de textos, dados, mensagens, imagens sonoras, visuais e táteis, em função de uma matriz inicial (programa) e uma *interação* em processo.

Um mundo virtual, no sentido amplo, é um universo de possíveis, calculáveis a partir de um modelo digital. Ao interagir com um mundo virtual, os usuários o exploram e o atualizam simultaneamente. Quando a interação pode enriquecer ou modificar o modelo; mundo virtual torna-se um vetor de inteligência e criação coletivas (Lévy, 1999:75).

Nesse sentido, a virtualização não é apenas uma maneira de ser e sim uma dinâmica ou um dinamismo espaciotemporal. A virtualização é o movimento inverso da atualização: é uma elevação à potência da entidade considerada. A atualização vai de um problema a uma solução; a virtualização passa de uma solução dada a um outro problema. Para exemplificar: a potencialidade da simulação como descrição, interativa ou por imersão, coloca algo novo, enquanto processo de atualização do virtual em problematizações e construções conceituais, pois implica diretamente na transformação das relações entre o sujeito e o objeto de conhecimento, entre inteligência individual e inteligência coletiva, entre pedagogia e tecnologia. Parece que um círculo (ou o retorno a si como um inteiramente *outrem*) se faz cada vez mais complexo. A ciência se põe na tecnologia e a tecnologia serve à ciência da educação, engendrando, talvez, um salto urgente e necessário.

O tratamento molecular da informação abre um ciberespaço que interconecta virtualmente todas as mensagens digitais, multiplica os captadores e 'semáforos', generaliza as interações e os cálculos em tempo real (Lévy1998a:54).

Embora o acesso à TCD como mediação pedagógica seja ainda relativamente restrito, algumas pesquisas e produções laboratoriais têm avançado, principalmente os trabalhos que estão fundados na teoria construtivista, dada a aproximação entre seus fundamentos, o dinamismo da natureza dos sistemas virtuais e as exigências próprias dos novos espaços do saber - da cibercultura.

O construtivismo é uma teoria de conhecimento que tem seus fundamentos básicos na epistemologia genética de Jean Piaget e colaboradores, da qual derivam diversas interpretações pedagógicas. Umas mais centradas nos pressupostos biológicos, outras nos

psicológicos, outras no sociológico, outras ainda, em menor número, centradas na questão epistemológica propriamente que trata do construtivismo.

O construtivismo exige que toda criação seja uma construção sobre um plano que lhe dá uma existência autônoma. Criar conceitos é fazer algo. A exclusividade da filosofia em criar conceito não lhe assegura nenhuma proeminência ou privilégio pois há outras maneiras de pensar e criar conceitos (Deleuze & Guattari, 1997:17).

A reflexão epistemológica trata de estabelecer o princípio que dirige as sucessivas construções do desenvolvimento mental e das noções invariantes que permitirão compreender o real. A pedagogia é um processo organizado e intencional no qual se prioriza a abstração e a reflexão, e esta tem sempre uma base epistemológica.

A epistemologia genética¹⁶ - investigação interdisciplinar - estuda as transformações do conhecimento, que passam sempre pela relação entre o sujeito observador e o objeto observado. A obra de Piaget desenvolve-se a partir do entendimento de que não existe barreira entre o vital e o mental, o biológico e o psicológico, o individual e o social, o sujeito e o objeto - o que existe é uma profunda interação entre as diferentes dimensões de desenvolvimento do sujeito cognoscente. Piaget considera os processos cognitivos como interações entre sujeito e objeto mediante os quais o sujeito assimila o dado à estrutura, que para poder integrar novas informações se acomoda ao real. Este é um processo de equilíbrio dinâmico em que o conhecimento é uma construção endógena de dados exógenos, que se efetiva na interação e transforma sujeito e objeto em um *Tertium*. O termo *Tertium* utilizado é uma analogia à interpretação do biologista Waddington, não no sentido restrito do pensamento biológico, mas no sentido da genética contemporânea, nos seus progressos em relação à genética clássica ou mendeliana. No sentido preciso de ter reintegrado os genótipos e os fenótipos numa totalidade relacional. A unidade genética, no pensamento atual, não é o próprio genoma, mas o dinamismo espaciotemporal (o acontecimento) entre um determinado agrupamento genético e seu entorno.

O acento é colocado na possível interação entre os pólos subjetivo e objetivo sem que tal exija uma decisão acerca do primado de qualquer um deles sobre o outro, pois nem as leis do organismo e do pensamento constituem uma transposição das que presidem à organização

¹⁶ *Epistemologia genética*: é uma teoria de conhecimento de caráter interdisciplinar. Situa-se entre a psicologia e a filosofia, a biologia e a cibernética, as ciências naturais e as ciências cognitivas. Criada por Jean Piaget em cooperação com inúmeros especialistas. Suas pesquisas e obras estão concentradas no Instituto Internacional de Epistemologia Genética em Genebra, onde um grupo internacional de pesquisadores dá seqüência aos trabalhos, comprovando o que a própria teoria é. Construtivismo - em construção (Kesselring, 1993).

do mundo real, nem este constitui um mero produto do pensamento. A história das ciências e do desenvolvimento da epistemologia constitui uma construção contínua de novidades, que não é deduzida de um conjunto de verdades eternas ou de um quadro de categorias *a priori* do sujeito, permitindo seguir esta produção das noções fundamentais das ciências e do espírito humano, assim como os mecanismos que tornam possível a sua constituição (Luz, 1998).

A analogia entre a normatividade imanente à atividade material do organismo vivo (auto-regulação) e a que a inteligência operatória desenvolve conduz naturalmente ao alargamento da noção de sujeito e a compreendê-la numa dimensão evolutiva (Montangero & Naville, 1998). Nessa cadeia o domínio biológico (Maturana e Varela, 1980), que é o princípio mais remoto, não é suficiente, por si só, para tornar o processo inteligível. É a articulação teórica operatório-metodológica que confere significado à pesquisa, enquanto reclama o dinamismo coordenador do sujeito e lhe retira o privilégio de fundamento. Isto é, a compreensão do dinamismo e da natureza do sujeito só se esclarece quando a atividade orgânico-psicológica estiver enquadrada no resultado das análises da ação do sujeito no processo cognitivo. Piaget pressupõe esta ambivalência que oscila constantemente entre a preocupação de submeter as questões relativas ao conhecimento e o controle da metodologia das ciências face às exigências que esse tipo de reflexão impõe (Piaget & Gracia, 1987).

A teoria operatória do conhecimento mostra que a possibilidade da ciência não se justifica no nível do empirismo nem se reduz ao nível do apriorismo, pois o conhecimento não é cópia do objeto como também não resulta de uma tomada de consciência de formas *a priori* predeterminadas no sujeito, mas constituem um sistema de interação que reflete a organização intrínseca - auto-reguladora - e a complexidade extrínseca da vida e das próprias coisas.

A atividade e o pensamento do sujeito nascem da organização própria do ser vivo, enquanto mantém em todos os níveis de seu desenvolvimento uma interação permanente com o meio (Luz, 1999). Meio, na concepção da epistemologia genética, inclui meio físico e social.

O sentido de interação, na teoria de Piaget, concerne à relação sujeito e objeto de conhecimento, que é análoga à relação indivíduo e meio. O processo de interação faz-se inevitavelmente sob o signo da mediação. A mediação se define pelos enunciados, pelos meios, pelas condições de possibilidades em que se efetiva a interação e que refletem toda a complexidade de uma rede de significação que implica no desenvolvimento da ação e no nível de abstração.

Embora Piaget rejeite o empirismo e critique o apriorismo, ele chama a atenção para a necessidade de dar um substrato empírico às afirmações epistemológicas a fim de diferenciar o processo de desenvolvimento cognitivo. A ação do sujeito que conhece não se compreende a partir de um quadro de pressuposições, mas responde a um dinamismo autoconstrutor que permite explicar por que razão a diversidade de respostas apresentadas por sujeitos pertencentes a diferentes meios sociais pressupõe os mesmos processos cognitivos de organização.

Os mecanismos de aquisição dos conhecimentos não são modificáveis pela experiência física ou social, mas correspondem a um dinamismo auto-regulador, que conduz à elaboração das estruturas formais do pensamento que se constituem por um processo de equilibrações sucessivas, com raízes na própria organização dos seres vivos. (LUZ, 1999:62)

Quanto aos mecanismos, os conhecimentos evoluem apoiados em um sistema fechado análogo ao desenvolvimento biológico; mas, enquanto função, os processos cognoscitivos são abertos e superam em infinito as transformações biológicas na interação com seu entorno.

O processo de diferenciação e de integração de sucessivas construções, sem que uma se constitua na ampliação harmoniosa das anteriores, constitui o próprio crescimento do conhecimento. Essa função cognoscitiva opera apoiada no princípio de interação através de processos sucessivos de abstração.

O papel da abstração e o da reflexão na gênese do conhecimento é de suma importância para se entender uma das mais avançadas teorias de aprendizagem humana. Abstração no sentido geral é a operação pela qual se retira alguma coisa ou um objeto de um contexto para analisá-lo, ou é a operação pela qual se retiram dados e informações de um objeto de estudos (Abbagnano, 1998).

A ação da reflexão significa voltar-se para si mesmo, atentar para o próprio fazer, pensar sobre o próprio pensamento, e através da coordenação de ações mentais reinserir o objeto do conhecimento em seu contexto em outro patamar, isto é, reorganizando, reconstruindo, ressignificando (Kesselring, 1993).

Piaget em 1977 desenvolve a teoria da abstração reflexionante na qual desdobra a teoria anterior da equilibração datada de 1967 (Piaget, 1995). A teoria da abstração reflexionante é considerada na área das teorias de aprendizagem humana uma das mais avançadas e exploradas na pedagogia.

Piaget insiste na distinção de dois níveis nos processos de abstração: o nível da abstração empírica e o nível da abstração reflexionante.

Todo o novo conhecimento supõe uma abstração, porque, malgrado a parte de reorganização que ele comporta, não constitui jamais um início absoluto e tira seus elementos de alguma realidade anterior. Pode-se, então, distinguir dois tipos de abstrações segundo suas fontes exógenas e endógenas. Existe primeiramente uma abstração que chamaremos de 'empírica' porque retira suas informações dos próprios objetos. Porém, existe uma segunda que é fundamental, porque recobre todos os casos de abstração lógico-matemática: nós a chamaremos de 'abstração reflexionante' porque é retirada não dos objetos, mas das coordenações de ações - operações - portanto, da atividade mental do sujeito (Piaget, 1974:81-83).

A abstração empírica apóia-se diretamente em objetos físicos ou sobre aspectos materiais da ação do sujeito. O sujeito na interação com os objetos empíricos retira deles informações, especificações singulares, utilizando os mecanismos de assimilação e acomodação oriundos de esquemas sensório-motores ou conceituais.

A abstração empírica tira suas informações dos objetos como tais ou das ações do sujeito em suas características materiais, portando, do modo geral, dos observáveis. Porém, uma coisa é tirar dos objetos percebidos a característica x, o que constitui então um processo que chamaremos de abstração e de generalização simples (aquela invocada pelo empirismo clássico); outra coisa é reconhecer em um objeto uma característica para utilizá-la a título de elemento de uma estrutura diferente daquela das percepções consideradas, o que designamos então de abstração e de generalização 'construtiva' (Piaget, 1977:303).

A abstração empírica, embora se apóie nos esquemas anteriores, não se refere a eles e sim aos dados que lhe são exteriores. Isto é, visa a um conteúdo em que os esquemas se limitam a enquadrar as formas para captá-lo através de ações coordenadas. A abstração 'reflexionante', ao contrário, apóia-se sobre essas formas mas também sobre todas as ações e operações do indivíduo para dela retirar caracteres, informações, singularidades, e empregá-las em outras situações, através de ações operatórias coordenadas.

Em síntese, a abstração reflexionante constitui-se em dois aspectos inseparáveis: a) retirar caracteres ou informações dos esquemas já construídos pela abstração empírica e elevá-los a outro patamar (reflexionamento); isto é, projetar em um patamar superior o que é retirado de um inferior; b) reconstruir sobre um novo plano as diferenciações colhidas do patamar anterior, por um processo de coordenação de ações (reflexão), enquanto ato mental na reconstrução e reorganização sobre o patamar superior daquilo que é assim transferido do inferior (Piaget, 1990b).

Com esses dois movimentos de reflexionamento e de reflexão, a abstração reflexionante pode ser observada em todos os níveis de conhecimento, porém essas coordenações e o próprio processo reflexionante podem permanecer inconscientes, ou podem dar lugar a uma tomada de consciência e à generalização do conceito. A abstração reflexionante amplia-se e aperfeiçoa-se cada vez mais em virtude de seu próprio mecanismo de reflexão sobre as reflexões. *Chamamos de abstração 'refletida' o resultado de uma abstração reflexionante, sempre que se tornar consciente, e isso independente de seu nível* (Piaget, 1977b).

Pode-se ainda observar um outro nível de abstração que opera como intermediário: é a abstração pseudo-empírica. Esta diferencia-se da empírica na medida em que os caracteres e materiais que abstrai dos objetos são propriedades introduzidas pela ação do sujeito sobre o objeto e não diretamente do objeto empírico. Esse movimento intermediário é observado com clareza quando se estuda um grupo de sujeitos na fase do pensamento pré-operatório ou no operatório concreto. No entanto não se pode esquecer que o pensamento no nível operatório formal é sempre recursivo a todos os outros níveis. A maioria dos estudos que concernem à aprendizagem evidencia o processo de abstração empírica e de abstração reflexionante. Esta última é fundamental porque pode tornar-se cada vez mais autônoma, operando a partir da construção lógica matemática para o pensamento reflexivo, enquanto a abstração empírica só avança quando alçada por esta.

A aprendizagem, em função dos processos de abstração, não é pois devida a pressões passivamente sofridas pelo sujeito, mas é movida pelo acontecimento. Este emerge na intensidade dos desafios que o sujeito enfrenta na relação com o objeto, ou melhor, na possível interação entre sujeito e objeto. A busca por um determinado equilíbrio entre a assimilação dos objetos à atividade do sujeito e a acomodação desta atividade aos objetos constitui assim o ponto de partida de qualquer conhecimento e apresenta-se, desde o início, sob a forma de uma relação complexa entre o sujeito e o objeto (Piaget, 1978), entre Idéia e Conceito, ou entre a Problemática e a Questão.

Em vez de significar um estado empírico do saber (dado) destinado a desaparecer na resposta, a questão silencia todas as respostas empíricas que pretendem suprimi-la para forçar a única resposta que a mantém e sempre a recoloca (em outro patamar). É a revelação do Ser à questão, que não se deixa reduzir ao questionado nem ao questionador, mas os une na articulação de sua própria diferença (Deleuze, 1988:316).

Nesse sentido a aprendizagem exclui simultaneamente qualquer interpretação puramente empirista ou apriorista do mecanismo cognitivo. A aprendizagem se dá no dinamismo espaciotemporal da interação (Piaget, 1991).

A passagem da ação à operação é precisamente o equilíbrio progressivo da assimilação e da acomodação que se opera a partir dos diferentes processos de abstração. Essa evolução atinge um equilíbrio dinâmico na medida em que as ações se tornam susceptíveis de constituir entre si sistemas de coordenações de ações operatórias que possibilitam a generalização do conceito, organizadas primeiro sob a forma de reconhecimento (reflexos, mecanismos instintivos e associativos), alçadas em seqüência a um dinamismo espaciotemporal de coordenações de ações cada vez mais complexo. As ações do sujeito não atingem, com efeito, um equilíbrio dinâmico senão na medida em que essas regulações chegam a uma inteira reversibilidade. Nessa compreensão as operações da inteligência não são outra coisa que não essa coordenação operatória de ações interiorizadas e comparáveis entre si de forma generalizável (Piaget, 1991). Esse processo nem sempre se dá no nível da consciência (Piaget, 1995), mas sempre se dá movido, por um lado, pelo sistema de auto-organização (Maturana & Varela, 1995), e, por outro, pela intensidade do acontecimento – entendimento e sensação, (Deleuze, 1988).

O pensamento reflexivo integra entendimento e sensibilidade, o que ocorre no nível da consciência e pressupõe os diferentes níveis de abstração, projetando-se ao mundo.

O construtivismo tem sido tomado como fundamento em diversos projetos de desenvolvimento de sistemas virtuais endereçados a mediar o processo pedagógico, tanto no sentido de fundamentar o projeto pedagógico de forma mais ampla como no sentido de definir uma arquitetura na construção do sistema.

Salomon & Perkins (2000) realizam na Universidade de Israel, em Haifa, pesquisas significativas analisando os processos individuais e sociais de aprendizagem e indicam que tanto estes quanto aqueles são significativos para a aprendizagem, como também são significativas as formas diferenciadas de mediações, sejam elas pessoais ou informacionais.

Novak & Gowin (1984) têm desenvolvido pesquisas interessantes na área de aprendizagem baseadas na teoria construtivista, embora, como se comentou acima, pareçam permanecer no nível da representação expressa em mapas conceituais, e não no dinamismo do

acontecimento (Deleuze & Guattari) ou no sentido do movimento em espiral do processo de abstração reflexionante de Piaget.

Jonassen, Beissner e Yacci (1993), na Universidade do Colorado, também desenvolvem pesquisas apoiadas no construtivismo e tratam a questão da construção do conhecimento a partir de mapas conceituais. Em outra obra, Duffy & Jonassen (1992) discutem a questão do construtivismo e a tecnologia nos processos de instrução, reconhecendo os limites ainda presentes nas arquiteturas dos programas. Outros trabalhos interessantes estão sendo realizados em diferentes universidades e podem ser acessados na rede, como por exemplo os estudos coordenados por Chris Dede, <http://virtual.gemu.edu/> (2000), Gavriel Salomon, <http://construct.haifa.ac.il/~gsalomon/pe-sal-Nev.html> (2000), e William Winn (1997 e 2000).

Outro trabalho interessante vem sendo realizado pela equipe coordenada por Dillenbourg (1993), na Universidade de Genève. Dillenbourg, Baker, Blaye e O'Malley desenvolvem um programa de pesquisa empírica para verificar em que circunstâncias a aprendizagem é mais efetiva, se nos processos individuais ou nos processos colaborativos. Realizam sua pesquisa em diferentes abordagens pedagógicas (sócio-construtivista, sócio-cultural, cognitivista), analisando os efeitos e as condições informacionais das interações nos processos colaborativos. Embora alcancem resultados interessantes porém não conclusivos, indicam os limites e as dificuldades encontradas na verificação de sua hipótese, dada a complexidade da questão. Apontam ainda a necessidade de se investir em uma pesquisa ou na construção de ferramentas mais apropriadas para verificar os níveis de interação, facilitando, talvez, a verificação com maior rigor das implicações entre aprendizagem individual e aprendizagem colaborativa numa abordagem construtivista.

Na *Faculty of Educational Science and Technology*, na Holanda, Ton de Jong com um grupo de professores desenvolvem um projeto de ensino por simulação em computador. A maioria das experiências estão centradas na abordagem pedagógica da aprendizagem por descoberta empregando como mediação simulação em computador ou simulação digital. Ton de Jong mostra em suas análises a eficiência da aprendizagem quando se explora a simulação, principalmente quando se faz uma mediação pedagógica baseada em experiências virtuais.

No Brasil muitos trabalhos também vêm sendo desenvolvidos em institutos e grupos de pesquisa. Fernandes & Santos (1999) apresentam uma revisão dos principais trabalhos,

inclusive com uma análise de perfil de cada grupo. Pode-se aí constatar que dos treze núcleos relacionados quatro são trabalhos fundamentados ou direcionados ao construtivismo e dois preocupam-se com sistemas de simulação.

De maneira geral, no Brasil os trabalhos que se inscrevem na dimensão da simulação são ainda bastante restritos. No entanto, acredita-se que a simulação seja o sistema que tem maior potencialidade de virtualização e maior implicação no modo do aprender, porque altera a dinâmica entre a Idéia, o Acontecimento e o Conceito. A simulação interativa e a simulação por imersão restringem-se a laboratórios especializados, e quem tem mais se beneficiado são as grandes empresas na preparação de seus profissionais. Porém a modalidade de simulação interativa descritiva tem maiores condições de usabilidade no meio pedagógico em relação à facilidade de produção de pequenos sistemas de simulação com grande potencial pedagógico. As simulações digitais em nível de interação descritiva ou por imersão não são experiências diretas, reais, pois não envolvem o fenômeno propriamente dito, mas sim um modelo dele. Na experiência científica clássica opera-se com os fenômenos propriamente ditos (em laboratórios ou em estudos de caso), contudo a maior parte dos resultados fica no nível de idealização, dados os limites da interferência nos objetos. Na simulação pode-se construir virtualmente o objeto ou o fenômeno e interferir neles sem maiores riscos ou custos. Considera-se a simulação digital como um grau suplementar no artifício que opera com manipulação, controle e purificação do fenômeno (Lévy, 1998). Nem sempre o pesquisador ou o estudante tem condições de operar sobre o fenômeno real. Na simulação ele pode testar diversas hipóteses operando sobre o fenômeno, através da facilidade em modelar e explicitar e justificar a escolha de suas variáveis, formulando uma descrição demonstrável das supostas relações entre as variáveis.

A possibilidade de verificação rigorosa das hipóteses e a formalização explicitada no modelo promovem um maior domínio de diferentes áreas como sociologia, psicologia, pedagogia, economia e ciências exatas, no mesmo plano epistêmico-metodológico. As mais estranhas modificações epistemológicas estão sendo registradas nas áreas de matemática, física, química e genética. O que antes era reconhecido apenas quando verificado com precisão aritmética, agora pode ser reconhecido por inferências e até mesmo pode-se confirmar conjecturas. Em matemática somente a demonstração comprova o teorema. O extraordinário poder do cálculo estatístico, por exemplo, proporcionado pela informática,

conjuga-se com a simulação e reforça a propriedade empírica da pesquisa informatizada e pode ser empregado em análises de correspondências, análise fatorial, programas de classificação automática, possibilitando processamentos extremamente complexos sobre enorme massa de dados que sem os computadores seria impossível operar. Além disso a simulação pode demonstrar antecipadamente resultados através de encenação visual graças à imagem digital sintética, levando o sujeito a apreender de modo sensível quadros numéricos normalmente impossíveis de serem visualizados. Segundo Jong & Joolingen (2000), a simulação virtual são programas que contemplam ou que representam um sistema real, no qual as ações básicas dos Aprendentes são de alterar significados, valores, variáveis, relações, observando e conferindo os resultados sem deixar de perceber as múltiplas implicações.

Acredita-se que a simulação virtual pode garantir um nível de interação multidimensional através de sucessivos processos de abstração, promovendo não só a construção do conceito (da Idéia ao Conceito) como a sua generalização.

A escuta do cérebro coletivo, traduzindo-se em pensamento plural, ergue-se e projeta-se para o quarto espaço (na arquitetura dos quatros espaços construída por Lévy, 1998) onde sujeito e objeto se confundem, inteligência individual e coletiva se fundem no espaço do saber. Esse quarto espaço antropológico, ao se desenvolver, acolherá todas as formas de auto-organização e de sociabilidade voltadas para a produção da subjetividade coletiva. Essa realidade do ciberespaço é o novo plano de existência para a humanidade no qual a pedagogia tem sua parte como espaço de construção de Conceito - como um apreender transversal.

III Navegando

O MODO DA OBSERVAÇÃO

A melhor imagem de processo talvez seja a de um curso d'água que flui, e cuja substância nunca é a mesma.

Nela pode-se ver um padrão sempre cambiante de vórtices, encrespamentos, ondulação, de respingos, que não têm, é claro, qualquer existência independente. Em vez disso são abstraídos do movimento fluente, surgindo e desaparecendo no processo total do fluxo.

Uma substância assim transitória como a que podem possuir essas formas abstraídas, implica apenas uma relativa independência, ou autonomia de comportamento em vez de uma existência independente enquanto substância fundamental.

A noção de que tudo é fluxo sugere que qualquer evento, objeto, entidade, descritível é uma abstração de uma totalidade desconhecida e indefinível de movimento fluente.

Bohm

1. Pedagogia e Comunicação Digital: Construindo a Metodologia Para uma Pesquisa Exploratória

As intersecções entre epistemologia e tecnologia podem enriquecer significativamente o campo da pedagogia. Este é o pressuposto básico que dirige esta pesquisa. A partir da análise de processos de aprendizagem mediados por recursos informatizados se apreendem indicadores pedagógicos, não só para referenciar avaliações imediatas de programas ou aplicativos, mas para criar uma modelagem de onde seja possível projetar metáforas pedagógicas. O eixo central da análise são as condições de possibilidades imanentes na TCD como mediação pedagógica, tanto para analisar o novo modo do saber como, de forma singular, entender o modo do apreender.

Este estudo analisou a ambiência de ensino nas engenharias mediada por recursos informatizados, mais especificamente as mediações por sistema de simulação. Buscou na leitura e análise no processo as implicações do uso do sistema de simulação no Movimento de Aprendizagem dos Aprendentes - APDs²⁸. A abordagem do objeto de estudo se deu por aproximações sucessivas. Os resultados estão, para efeito didático, analisados nas diferentes etapas, porém não podem ser apreendidos de forma separada, pois se implicam em multidimensões enquanto uma etapa é a subsunção da outra. As questões teóricas e empíricas se implicam mutuamente, ou seja, uma flui na outra, constituindo vórtices definidos pela intensidade da gravitação das variáveis em relação às categorias eleitas. Enquanto uma pressupõe um determinado mirante, a outra responde, objetivando-se nas ações observadas e analisadas.

Esta é uma pesquisa de caráter exploratório, ou seja não experimental (Kerlinger, 1980). Isto é, trata de apreender as multideterminações do objeto em sua ambiência e em seu movimento, considerando as *evidências* e de forma singular os *hiatos* de cada acontecimento constatado na análise do uso de *softwares* produzidos e utilizados para o ensino, no Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina - CTC/UFSC. A

²⁸ - *Aprendente APD*: emprega-se neste estudo referindo-se aos alunos no sentido que Assmann, 1998, utiliza para designar o *agente cognitivo*: (indivíduo, grupo, organização, instituição, sistema) que se encontra em processo ativo de estar aprendendo. Que ou quem realiza experiências de aprendizagem (*learning experiences*).

análise do fenômeno da aprendizagem em diferentes dimensões resulta em um elenco de princípios e critérios organizados em uma taxionomia de indicadores para mediação pedagógica em TCD.

A pesquisa desenvolve-se num processo exploratório apoiado, a princípio, em dois métodos, explorando seus aspectos complementares. Um mais filosófico-reflexivo, e outro mais científico exploratório. O filosófico-reflexivo tem por fundamento o método dialético (análise por contradições) constituindo-se a partir de um exercício cooperativo e dinâmico de construção conceitual. A âncora da pesquisa é a reflexão filosófico-epistemológica, e esta se constitui objetivamente num método de verificação de observáveis. No caso tomam-se como fundamento alguns aspectos do método clínico de Piaget²⁹ enquanto procedimento de aproximação e controle de observáveis. O método clínico permite, através de observação sistemática, registro e análise das manifestações dos sujeitos, verificar a intensidade dos movimentos provocados nos processos de interação entre sujeito e objeto de conhecimento. Ou seja, ancorando-se num procedimento mais reflexivo, a partir da análise das multideterminações conceituais identificam-se contradições, constituindo-se um entendimento cada vez mais amplo e mais profundo do objeto, do fenômeno, ou do acontecimento observado.

Singularmente, a metodologia utilizada desenvolve-se através de análise por categorias, desdobradas em conjunto de variáveis. Entende-se por categorias conceitos universais que refletem as propriedades, as leis gerais e essenciais da natureza do pensamento, ou do fundamento que explica o problema. Podem ser analíticas ou empíricas. As categorias analíticas contemplam de forma geral os fundamentos pertinentes à abordagem teórica eleita. Por outro lado, as categorias empíricas são desdobramentos das categorias analíticas que conceituam as variáveis observáveis em diferentes situações de aprendizagem, e estas viabilizam a finalidade operacional da pesquisa.

Tecnicamente as categorias analíticas servem como princípios e valores de julgamento e as categorias empíricas como indicadores para classificação e análise

²⁸ *Os métodos de aproximação e controle*: Piaget diferencia os métodos a não seguir e os utilizáveis em análise de processos de conhecimento. Entende a dialética como formas de estabelecer interdependências e mecanismos inferenciais nos processos de equilíbrio e abstração, apropriados à observação sistemática e à análise de processos de conhecimento. (Piaget, 1978 e 1980).

estatística das ações que concernem ao Movimento de Aprendizagem observado nos acontecimentos (evidências e hiatos) manifestados em diferentes situações de aprendizagem.

Neste trabalho elegeram-se como categorias:

- a) Analítica ou conceituais: Cibercultura, Conhecimento, Comunicação, Informação, Virtualização e Pedagogia.
- b) Empíricas ou operacionais: Interação, Abstração, Generalização.

Essas categorias foram conceitualmente discutidas no capítulo anterior e são concernentes ao de variáveis que serve como mapa conceitual das observações e análise apresentada (Quadro 1, pg. 89-91).

A pesquisa se desenvolveu tendo como ambiência o Projeto PILOTO MEC/SESu/CTC - Apoio informatizado ao ensino de graduação em disciplinas básicas do Curso de Engenharia. Para realizar as observações sistematizadas necessárias, fez-se um corte vertical nesse contexto, pontuando-se três dimensões que foram identificadas como: dimensões das observações sistematizadas:

MPG1 – Mediação Pedagógica 1

MPG2 – Mediação Pedagógica 2

MPG3 – Mediação Pedagógica 3

Em cada uma das dimensões se observou e analisou um conjunto de variáveis, sintetizadas em mapas denominados: a) Mapa Conceitual (MC); b) Mapas Cognitivos (MG) (Apêndice V).

As variáveis estão assim definidas:

Variável dependente – O Movimento de Aprendizagem (MA) na mediação pedagógica. Esta variável que é uma constante na pesquisa desdobra-se para efeito de análise em dois sentidos: Movimento Horizontal e Movimento em Profundidade. Cada Movimento ainda é avaliado em diferentes níveis:

Movimento Horizontal

MH0 – Não ocorreu movimento neste nível

- MH1 – Análise ou cálculo estatístico em nível de descrição com até duas variáveis
- MH2 – Descrição e interpretação ou inferência com mais de duas variáveis em DPGs³⁰ similares

Movimento em Profundidade

- MP0 – Não ocorreu movimento nesse nível
- MP1 – Descrição, interpretação e/ou inferência com mais de duas variáveis em DPGs similares
- MP2 – Descrição, interpretação e/ou inferência com mais de duas variáveis em DPGs diferentes
- MP3 – Descrição, interpretação e/ou inferência e proposição em qualquer DPG

b) Variáveis independentes

Para efeito de análise o Movimento de Aprendizagem foi observado em relação a diversas variáveis. As variáveis independentes que serviram como referência para as constatações foram organizadas segundo:

1) Modalidades de Ensino

- Ma – Macroaulas
- SL – Sessão de Laboratório
- Sm – Seminários
- Pp – Projeto de Pesquisa

2) Desafios Pedagógicos

- Descrição – análise estatístico em nível de descrição;
- Inferência – análise estatístico em nível de inferência;
- Descrição e Inferência - Análise estatístico em nível de descrição análise, inferência;
- Proposição - Análise de resultado e proposta de reorganização

²⁹ *DPG Desafio Pedagógico*: para este estudo se entende Desafio Pedagógico não só o mote de conteúdo mas todos os elementos e fatores que constituem a Ambiência de Ensino-Aprendizagem organizado e oferecido pelo professor diretamente, ou disponibilizado no sistema para cada situação de aprendizagem.

- Leitura ou análise estatística - entendimento das informações e aplicação dos procedimentos
- Interpretação de resultados estatísticos
- Reconhecimento dos conceitos por identificação ou associação

As variáveis referentes aos Desafios Pedagógicos (DPG) foram assim definidas em relação aos objetivos e conteúdos da disciplina que está sendo ministrada nas MPGs em estudo, bem como em relação aos conteúdos e desafios propostos no sistema. Cada variável foi observada segundo uma escala de critérios.

Para registro das observações foram utilizados diversos instrumentos: entrevistas semi-estruturadas, questionários, formulários, Mapa Conceitual, Mapa Cognitivo, Protocolos. Denominamos de protocolos uma forma de registro que se faz descrevendo o fato ou o fenômeno como está ocorrendo e posteriormente, à luz das categorias, se faz a leitura e a codificação das informações. Empregamos quatro tipos de protocolo: PTO – observação sistematizada feita pela pesquisadora; RdA – Relatório de Aprendizagem e RdP, ambos feitos pelos APDs. Os instrumentos foram feitos em diferentes formas: escrita, gravados em fita cassete, gravado em vídeo. (VII, Lista de Documentação da pesquisa)

O processo da pesquisa, inicialmente mais abrangente, está inserido na ambiência do Projeto Piloto MEC/SESu/CTC/UFSC - Apoio informatizado ao ensino de graduação em disciplinas básicas dos Cursos de Engenharia.

O processo de verificação se desenvolve em forma de observações sistematizadas que vai se construindo por aproximações sucessivas, ou seja, parte-se de uma visão ampla e vai se aprofundando a cada passo para captar especificidade do movimento da aprendizagem dos Aprendentes nas implicações com o uso do *software* em diferentes turmas e em diferentes tempos. Nesse processo busca-se ler não só as evidências explícitas dos acontecimentos mas também os hiatos, os silêncios intermediários.

A questão central ou a hipótese (*Uma ação pedagógica mediada por um sistema informatizado pode garantir uma aprendizagem qualitativamente diferenciada, promovendo uma aprendizagem em nível de generalização do conceito*) é perquirida ao

longo do processo, registrando-se suas *pulsões*³¹ e seus *vórtices* no sentido da generalização horizontal e vertical.

Todas as etapas de observação, análise e reflexão, estão sustentadas na proposta teórico-metodológica denominada *TERTIUM*, que sustenta epistemologicamente e operacionalmente um processo de pesquisa que tem como base uma teoria de conhecimento, a epistemologia genética, e com o processo o Método Clínico. Nesta pesquisa, dada a natureza das relações observadas, esta associada a uma reflexão dialética é apoiada em alguns procedimentos da técnica Ensaio de Interação.

A técnica Ensaio de Interação é um procedimento de abordagem empírica para validação ergonômica de *software*, aplicada com a participação dos usuários de sistemas informatizados. Essa técnica é regularmente utilizada para verificar hipóteses sobre obstáculos à interação e/ou identificar problemas de diversos níveis, relativos à usabilidade de um determinado *software*. Ao ser aplicada anteriormente, como prototipagem³², essa técnica demonstrou uma razoável flexibilidade, possibilitando a adaptação para verificação de variáveis de aprendizagem (Catapan et al., 1999). O desenvolvimento da técnica de ensaio de interação orienta-se por um projeto detalhado, sistematizando as ações e as formas de registro de maneira que se pode rever o processo exaustivamente (Squires & Price, 1996).

Para este estudo utilizou-se o arcabouço da técnica Ensaio de Interação no que diz respeito ao propósito de se observar com um certo rigor um processo de interação e dele retirar informações consistentes para analisar as implicações ocorridas na relação que sujeitos usuários fazem no uso de um determinado sistema. Nesse caso, tratando-se de um programa que se propõe não apenas a aprendizagem do sistema mas uma aprendizagem no sistema, exploram-se alguns procedimentos da técnica Ensaio de interação e do método de pesquisa utilizado por Piaget – o Método Clínico. Estes constituem um processo suficientemente objetivo e consistente para o propósito deste estudo. O Método Clínico

³⁰ *Pulsões*: o mesmo que pulsações, estudo das vibrações, da cintilação, do movimento contínuo no ciberespaço. Significa, captar a velocidade em sua agitação ininterrupta e sua palpitação eternal.

³¹ Para conhecer a experiência veja Ergonomia em Software Educacional: CATAPAN et all. *A possível integração entre usabilidade e aprendizagem* <http://www.unicamp.br/~ihc99>

consiste em observar, registrar e analisar as respostas que os sujeitos de pesquisa dão quando colocados frente a um desafio epistemológico, ou seja, a um processo de conhecimento. A seqüência da pesquisa decorre sempre da resposta dada pelo sujeito observado. Foi construído por Piaget e sua equipe a partir de uma analogia ao método utilizado na psicanálise em que o psicólogo ouve o paciente e trabalha a partir de suas reações e ou respostas, pois nelas revela-se o estado de sua interação com a questão.

O objeto em foco é o Movimento de Aprendizagem promovido numa ambiência pedagógica mediada por um sistema informatizado. O *software* em questão tem como propósito promover a aprendizagem de processos de descrição, análise e inferências estatísticas. Este é um sistema especialista baseado em simulação numérica – cálculo matemático, desenvolvido com recurso de IA. (Anexo I, O SEstat)

O estudo propriamente dito está baseado na observação sistemática do processo de aprendizagem mediado pelo SEstat - Sistema Especialista de Apoio ao Ensino de Estatística. Essa observação ocorre em cinco turmas dos cursos de engenharia na disciplina de Estatística, ministrada por dois professores em diferentes modalidades de ensino.

No desenvolvimento da pesquisa foram utilizados alguns procedimentos da técnica Ensaio de Interação, como: a) a observação em processo; b) o registro sistemático do processo de interação através de diversos protocolos; c) entrevistas; d) questionários; e do Método Clínico para mapeamento e análise das respostas. Como o procedimento básico foi a observação e registros, estes foram documentados em diferentes formas, atendendo peculiaridades de cada modalidade de ensino. Denominou-se, de forma geral, o procedimento básico de Protocolo de Registro (PTR), o qual trata de observar, perguntar, ouvir e registrar em diferentes formas (registro escrito DS, gravação em fita cassete DT, gravação em vídeo DV, ver lista em Apêndice V), o desenrolar do acontecimento sem realizar nenhuma forma prévia de seleção ou julgamento. Posteriormente, tendo como critério as categorias eleitas, os registros são analisados e codificados (transformados em informações). Esses dados foram mapeados e tratados estatisticamente, extraindo-se, então, as informações mais significativas para transformá-las em indicadores, para se construir uma taxionomia para a mediação pedagógica em TCD.

Em síntese, esse processo tem como base o movimento da construção conceitual ancorado em um processo de observação sistematizada. A observação determinante se faz na MPG3, que analisa o Movimento de Aprendizagem de duas turmas, sendo que uma é trabalhada no modelo de ensino convencional e a outra mediada por um sistema informatizado, o SEstat. As observações foram estruturadas e organizadas em mapas para a análise estatística. Nessa análise foram utilizados procedimentos descritivos e procedimentos multivariados, buscando caracterizar agrupamentos de dados para identificar os níveis dos DPGs e os níveis das respostas dos APDs aos mesmos, em diferentes Ambiências de Aprendizagem observadas.

A observação foi realizada no decorrer de quatro semestres de aula, em cinco turmas, na mesma disciplina ministrada pelos mesmos professores, enfocando as situações de interação mediatizadas pelo SEstat.

A análise das questões, de forma geral, se faz pelas Categorias Analíticas e de forma operacional pelas Categorias Empíricas, considerando as variáveis eleitas. Constitui basicamente uma discussão teórica sustentada por uma análise estatística das observações dos níveis de interação, abstração e generalização, identificados nas diferentes modalidades de aprendizagem, especialmente aquelas mediadas por um sistema de simulação. A questão central é a constatação das implicações no Movimento de Aprendizagem (MA) dos Aprendentes (APDs), quando mediado por um *software*. Para esta análise consideraram-se dois níveis de movimento: um de ordem Horizontal (MH) e um de ordem de Profundidade (MP). Esses níveis se definem pela diferenciação do caráter das ações de abstrações operados pelos sujeitos no movimento da aprendizagem.

O sentido da aprendizagem é aqui entendido e sustentado filosoficamente como o da construção do conceito esboçado na filosofia de Deleuze (1997): “...a filosofia é a disciplina que consiste em criar conceitos... a filosofia é um construtivismo, e tem dois aspectos complementares, que diferem por natureza: criar conceitos e traçar um plano”. A aprendizagem é o processo de criar conceitos. A aprendizagem constitui-se no próprio movimento que constrói o conceito. Isto significa que a aprendizagem carrega uma dimensão de criação. Fazendo uma inferência ente a filosofia e a pedagogia compreende-se a pedagogia como um plano de imanência e a aprendizagem com a construção do conceito

que emerge nesse plano. Nessa abordagem opera-se uma interseção entre a filosofia do conceito de Deleuze e a teoria de conhecimento - epistemologia genética - de Piaget. Chega-se a esse entendimento porque se acredita que a pedagogia tem como fundamento uma concepção filosófica, uma episteme e uma metodologia de abordagem do objeto – no caso o objeto é a aprendizagem. A aprendizagem é o movimento que promove a construção conceitual. Esse movimento implica uma determinada concepção de conhecimento e, neste caso, elege-se a epistemologia genética para explicar essa construção. Pois é outra teoria de conhecimento que trata com rigor e detalhe o processo do movimento que o sujeito faz do conhecido para o desconhecido, ou seja, do movimento da construção do conhecimento que na dimensão ontológica se dá nos processos de adaptação ou de aprendizagem. Em outras palavras, o conhecimento é um processo percebido como um movimento na forma de uma espiral em profundidade no qual a aprendizagem é o conteúdo desse movimento. O conhecimento visualizado como o movimento numa espiral em profundidade concerne uma construção recorrente, mas não recursiva, em diferentes níveis ou tipos de abstração. A cada movimento a espiral se amplia e se aprofunda num processo permanente de subsunção-evolução. Esse processo constitui uma relação de implicação³³ entre a Abstração e a Generalização do Conceito.

O resultado de uma abstração reflexionante é sempre uma generalização, bem como o resultado de uma Abstração Empírica conduz à precisão o grau de generalidades extraídos do objeto. Reciprocamente, toda generalização supõe uma abstração prévia, ou, pelo menos, delimitação das propriedades generalizáveis (Piaget, 1995, p. 59).

Em grandes linhas essa relação pode ser assim entendida, mas para este estudo é necessário especificar suas desdobras e redobras. No tipo de Abstração Empírica em que o conhecimento procede por dissociação de caracteres do objeto, o nível de generalização se reduz ao indutivo, ou associativo. O conhecimento é abstraído da leitura do objeto, que pode ser feita diretamente pelo sujeito no ato ou por outro sujeito e quando explicitado, estendendo-se assim, horizontalmente, para ser aplicado em situações semelhantes. Neste

³² *Implicação*: a ordem da implicação compreende tanto o envolvente quanto o envolvido, a profundidade e distância. Quando uma intensidade envolvente exprime claramente tais relações diferenciais e tais pontos relevantes, ela não deixa de exprimir confusamente todas as outras relações, todas as outras variações e seus pontos (Deleuze, 1988, p.403).

estado o conhecimento prescinde de uma necessidade imanente. Nesse nível o conceito de generalização, na concepção epistemológica, se confunde com o mesmo sentido do conceito de generalização utilizado nas análises estatísticas: generalização de informações abstraídas de amostras extensíveis à população. Dir-se-ia uma generalização de primeira ordem. Entretanto, quando se trata da generalização no tipo de Abstração Reflexionante, que compreende um reflexionamento de coordenação de ações mentais de segunda ou de Enésima ordem, esta implica uma construção ou uma reflexão (desdobra) reorganizadora das informações abstraídas, em outro patamar, em outra estrutura, e não apenas por transmissão ou repetição estendendo-se no mesmo nível. A Generalização do Conceito é um outro patamar de entendimento e sensação que resulta de uma necessidade intrínseca, torna-se uma generalização necessária, a qual difere, também, da generalização do tipo de Abstração Pseudo-Empírica. Nesta, as informações podem ser explicitadas direta ou indiretamente por outro sujeito. Por exemplo, o Professor abstrai as informações e transmite para o aluno sistematicamente o seu raciocínio, diretamente ou organizado num sistema. Neste caso, a informação abstraída de um objeto é uma propriedade que pode ser introduzida em outro objeto pelas ações prévias de um sujeito. Esse tipo de generalização do tipo de abstração Pseudo-Empírica, ou mesmo a resultante de uma Abstração Empírica, permanece no limite da razão dos observáveis. Isto é, não podem, ainda, depreender-se dos observáveis, não se constitui como necessidade intrínseca. A necessidade intrínseca, em termos epistemológicos, por sua natureza de coordenação de ações lógicas, situa-se além ou aquém das fronteiras dos observáveis. A generalização resultante da Abstração Reflexionante pode prescindir dos observáveis, não necessariamente prescindem. Nesse nível sujeito e objeto se fundem e se confundem em um único movimento.

A necessidade Intrínseca consiste em um movimento autônomo de coordenações de ações mentais, e estas resultam dos modos de composição das ações do sujeito. Por isso a necessidade é de natureza lógico-matemática, e não física. As leis da lógica não se reduzem às leis do sentido da generalidade dos observáveis, mas às leis da lógica-matemática. Estas estão baseadas na coerência implicante que rege a composição operatória e têm origem no sistema de coordenação de ações (ações mentais de Segunda ou enésima ordem e não em atividades físicas de primeira ordem). Nesse caso a necessidade se impõe enquanto uma

estrutura lógica de pensamento constituída–constituente. É este estado de necessidade que impõe ao sujeito o que se denomina, neste estudo, de motivação interna, do querer apreender, do necessitar compreender, do impulso irreversível no processo de conhecimento, do desdobramento em forma de uma espiral em profundidade. Um impulso que gera um movimento constante e indiviso, que está fundado numa necessidade imanente. Entretanto, numa necessidade não limitada a uma determinada fronteira, essa necessidade é justamente o *elan*³⁴ que supera as fronteiras e se põe como princípio fundante, flexível, multidimensional, aplicável em qualquer situação (ou frente a qualquer DPG). A necessidade epistemológica gera um estado da aprendizagem *imanente, um permanente vir a ser*, um fluxo contínuo entre o *Observador e o observado, um inteiramente outro – outrem*. Esse é o estado da generalização do conceito como princípio fundamental, como o motor da coordenação das ações, e se constitui no processo de Abstração Reflexionante. Por isso se consideram as ações de Abstração Reflexionante fundamentais para a aprendizagem necessária em nossos tempos de Imprevisibilidade, de Transversalidade célere e radical. Acredita-se que essa contribuição da Epistemologia Genética é concernente ao propósito de uma pedagogia *banhada* pelo sentido da dinâmica da comunicação digital. O nível de Generalização do Conceito se põe, analogicamente, como se o ator alcançasse o ponto *I Chi*³⁵.

Para este estudo o Movimento de Aprendizagem (MA) é a designação dada ao movimento cognitivo que o Apreendente faz no processo de abstração provocado pelo Desafio Pedagógico (DPG) que lhe é oferecido.

Utilizou-se, neste caso, uma codificação baseada na Epistemologia Genética que compreende esses dois movimentos como momentos diferentes do mesmo processo. A diferenciação é de caráter epistemológico e didático, para facilitar o acompanhamento. O desenvolvimento desse movimento é fluido, em forma de uma espiral em profundidade, em que um flui no outro, constituindo-se sempre em uma nova dimensão, em uma nova

³³ *Elan* – Elan vital, conceito de Bergson. Impulso vital do indivíduo. Força, potência que promove as ações, É análogo ao conceito de necessidade intrínseca em Piaget.

³⁴ *I Chi*: o ponto I Chi é o ponto do equilíbrio perfeito para qualquer movimento de defesa ou de ataque no Tai Chi Chuan. O ponto de harmonia perfeito entre o Yang e o Yin, a intensidade e a flexibilidade. Desse ponto pode-se proceder com segurança qualquer movimento.

estrutura de pensamento. No MH o Apreendente está fazendo um movimento horizontal, provocado *diretamente* pelo Desafio Pedagógico (DPG); trata-se de uma abstração empírica. Este movimento cognitivo é identificado pelas ações de reconhecimento, de identificação, de associação, de descrição, de interpretação das informações. É representado pela ampliação, pelo alargamento da espiral das estruturas cognitivas. No MP o Apreendente não deixa de se servir dessas informações e percepções do nível MH, porém as transpõe para outra dimensão, abstraindo das informações imediatas empíricas, do nível sensório, para o nível de coordenação de ações mentais. Nesse movimento o Apreendente é capaz de analisar, fazer escolhas, eleger asserções, resolver novas questões em outra dimensão de desafio, generalizando as informações para o estado de conceito construído, para uma tomada de consciência do que faz e por que faz. O apreendente alcança uma dimensão de compreensão que o leva a construir um conceito, a criar uma referência para suas observações, suficientes para operar em qualquer outra situação, alcançando o modo das ações de abstração reflexionante, implicativas na Generalização dos Conceitos.

Os resultados da análise e da reflexão a respeito das questões pesquisadas estão apresentados em um movimento inverso ao da pesquisa. O relato parte da identificação da especificidade dos acontecimentos para uma generalização em forma de critérios e princípios. Ele se dá basicamente pelo mapeamento conceitual das informações; análise estatística dos dados; representação gráfica; reflexão sobre as convergências e gravitações nas relações entre as variáveis; organização em diferentes planos de uma taxionomia de indicadores para a mediação pedagógica em TCD.

O estudo desenvolvido é uma elaboração teórica a partir de observação e análise do fenômeno pedagógico mediado por TCD. Ou melhor dizendo, com Bohm (1998), *experiência e conhecimento - experiência e teoria - são um só processo*. O nosso conhecimento não é *sobre* alguma coisa, é a própria coisa. Quando se propõe explorar aspectos de dois métodos, não se trata de projetar um método no outro ou de reduzir um ao outro, e sim de explorar procedimentos de um e de outro que conferem consistência à leitura dos processos imanentes na mediação pedagógica. Não se trata de fazer uma comparação entre uma Mediação Pedagógica e outras e sim de ler e identificar em cada movimento as implicações promovidas pela intensidade das diferenciações na mediação em

TCD. Em outras palavras, trata-se de observar o movimento para entender os acontecimentos nas relações de aprendizagem promovidas por uma determinada mediação pedagógica.

Nem a teoria nem a prática, mas *como se fosse um fluxo contínuo de ajuste da imanência em relação ao devir num continuum de intensidades que compõe o fluxo intensivo da corrente de consciências e remete à intensidade da idéia na corrente do pensamento (Alliez, 1996).*

Quadro 01– Mapa Metodológico: CATEGORIAS, VARIÁVEIS, CRITÉRIOS, INSTRUMENTOS

Filosofia, ciência e arte... Filosofia, ciência e arte... Filosofia, ciência e arte... Filosofia, ciência e arte... Filosofia, ciência e arte...

<p>I Problemática</p> <p>Pedagogia e Tecnologia</p>	<p>Objeto</p> <p>Sistemas de Simulação no ensino de engenharia</p>	<p>Objetivo Construir uma taxionomia pedagógica para mediação em TCD - Tecnologia de Comunicação Digital.</p>	<p>Hipótese: Uma ação pedagógica mediada por um sistema informatizado pode garantir uma aprendizagem qualitativamente diferenciada, promovendo o nível de Generalização de Conceito</p>
<p>II Dimensões</p>	<p>Ambiência CTC/Projeto PILOTO Suprojeto 1, 2, 3,4, e 5</p>	<p>Observação Sistematizada MPG1 – Mediação pedagógica 1 MPG2 – Mediação Pedagógica 2 MPG3 – Mediação Pedagógica 3</p>	<p>MPG3a MPG3b</p>
<p>III Categorias</p>	<p>Analítica ou conceituais</p> <p>Empíricas ou operacionais</p>	<p>Cibercultura, Conhecimento, Comunicação, Informação Virtualização, Pedagogia.</p> <p>Interação</p> <p>Abstração e Generalização</p>	<p>DT Colaboração CO Cooperação</p> <p>AE Abstração Empírica AP Abstração Pseudo Empírica AR Abstração Reflexionante</p>

<p>IV Variáveis</p>	<p>Variável dependente</p> <p>MA - O Movimento de Aprendizagem na Mediação Pedagógica</p>	<p>MH – Movimento Horizontal</p> <p>MP - Movimento em Profundidade</p>	<p>MH0 Não ocorreu nenhum MA</p> <p>MH1 Análise ou cálculo estatístico em nível Descrição com Até duas variáveis</p> <p>MH2 Descrição e interpretação ou inferência com mais de duas variáveis em DPG similares</p> <p>MP0 Não ocorreu movimento nesse nível</p> <p>MP1 Descrição, interpretação e/ou inferência com mais de duas variáveis em DPG similares</p> <p>MP2 Descrição, interpretação e/ou inferência com mais de duas variáveis em DPG diferentes</p> <p>MP3 Descrição, interpretação e/ou inferência e Proposição em qualquer DPG</p>
<p>IV Variáveis</p>	<p>Variáveis independentes</p> <p>Grupo 1</p>	<p>1.Modalidade de Ensino</p> <p>Ma – Macro-aulas</p> <p>SL – Sessão de Laboratório</p> <p>Sm – Seminários</p> <p>Pp – Projeto de Pesquisa</p>	<p>PL Aprendeu Plenamente</p> <p>PC Aprendeu Parcialmente</p> <p>RL Aprendeu Relativamente</p> <p>NR Não Aprendeu (Não reconhece em nenhuma situação)</p>
	<p>Variáveis independentes</p> <p>Grupo 2</p>	<p>2. Desafios Pedagógicos</p> <p>D – Descrição – análise estatística em nível de descrição</p> <p>I – Inferência – análise estatística em nível de inferência</p>	<p>1 Com poucas variáveis em base de dados pré definida</p> <p>2 Com muitas variáveis em base de dados própria</p> <p>1 Com poucas variáveis em situações similares no módulo Treinamento</p> <p>2 Com muitas variáveis em situações diversas no módulo Avançado</p>

Continuação Quadro 01 – Mapa Metodológico: CATEGORIAS, VARIÁVEIS, CRITÉRIOS, INSTRUMENTOS

		<p>DI- Descrição e Inferência - Análise estatístico em nível de descrição análise, inferência</p> <p>PP – Proposição Análise de resultado e proposta de reorganização</p>	<p>1 Com duas variáveis em situações similares 2 Com muitas variáveis em situações inéditas</p> <p>1 Faz proposição de reorganização no mesmo modelo de análise de dados 2 Faz proposições de reorganização alterando a estrutura das informações 3 Faz proposições criativas para situações inéditas</p>
IV Variáveis	Variáveis independentes Grupo 3	<p>3.Análise estatística Est –Leitura e cálculo- entendimento das informações e aplicação dos procedimentos estatísticos</p> <p>Int – Interpretação de resultados</p> <p>Rec – Reconhecimento dos conceitos por identificação ou associação</p>	<p>0 Não desenvolve os cálculos estatísticos 1 Desenvolve os cálculos estatísticos em nível de descrição 2 Desenvolve os cálculos estatísticos e faz a interpretação dos resultados</p> <p>0 Não interpreta os resultados estatísticos 1 Interpreta os resultados em nível de descrição 2 Interpreta os resultados e faz inferências e proposição</p> <p>0 Não reconhece os conceitos ensinados 1 Reconhece os conceitos ensinados por identificação ou associação 2 Reconhece os conceitos ensinados e aplica-os em outras problemas</p>
V Instrumentos	Entrevista semi-estruturada Questionário Formulário PTR Protocolos	PTO Protocolo de observação RdA Relatório de Aprendizagem RdP Relatório de Pesquisa MC Mapa conceitual da disciplina MG Mapa cognitivo	DS Documentos escritos DT Gravação em tape DV Gravação em vídeo

2. A Ambiência da Pesquisa

O trabalho pedagógico tem como objeto material de suas relações o conhecimento, e a qualidade de sua prática é uma evidência que passa pelo viés pedagógico. A prática pedagógica se constitui e se define a partir de concepções de homem, de mundo e da natureza das relações sociais que se estabelecem entre seus fatores e seus elementos básicos. Por isso é necessário criar uma base conceitual comum, uma determinada concepção pedagógica, definindo-se os compromissos e responsabilidades individuais; as responsabilidades e prioridades coletivas; as responsabilidades dos governos e, de forma específica, as responsabilidades das agências formadoras - as instituições educacionais - bem como procedimentos básicos.

O Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina – CTC/UFSC tem enfrentado este desafio e eleito como uma de suas prioridades incentivar o uso de novas tecnologias como instrumento de ensino nos cursos de engenharia. Iniciou em 1994 a implantação de um programa de desenvolvimento de recursos informatizados como apoio ao ensino. O CTC desenvolveu, no período de 1996 a 1997, o projeto Reengenharia no Ensino de Engenharia em Santa Catarina - REESC, integrado ao programa nacional REENGE. Este programa promoveu um avanço significativo nos processos do ensino informatizado. Foram criados e implementados diversos subprojetos, promovendo parceria e coalizão regional entre outras instituições do Estado que oferecem cursos nas áreas de engenharia (Catapan & Quartiero, 1999).

Atualmente, dando seqüência a esse trabalho, o CTC vem implementando o Projeto Piloto SESU/MEC - Apoio informatizado ao ensino de graduação em disciplinas básicas do Curso de Engenharia, o qual não só garante a continuidade dos projetos anteriores como também está promovendo ampliação e aprofundamento das propostas. O Projeto Piloto SESU/MEC tem como objetivo consolidar o uso da informática como ferramenta de ensino e aprendizagem na formação de engenheiros nos cursos do Centro Tecnológico.

<http://www.ctc.ufsc.br/projetoPiloto>

Para sua implementação vêm sendo desenvolvidas ações básicas direcionadas a duas grandes metas:

a) Infra-estrutura: ampliação e manutenção das condições de infra-estrutura;

b) Assessoria pedagógica: análise e discussão dos modelos pedagógicos subjacentes ao trabalho docente e suas implicações no uso dos recursos informatizados, motivando práticas pedagógicas inovadoras. É nesta meta que se abre um espaço para este estudo.

De maneira geral a análise das ações do Projeto Piloto SESU/MEC demonstrou que o Centro Tecnológico tem se preocupado com as transformações culturais que implicam diretamente na formação profissional dos engenheiros e na reestruturação pedagógica de seus cursos (Catapan et al., 2000).

Quanto à meta Infra-estrutura, é conveniente destacar o seguinte: o CTC está organizado em 10 departamentos: Arquitetura e Urbanismo, Automação e Sistemas, Engenharia Civil, Engenharia de Produção e Sistema, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia Química e Alimentos, Engenharia Sanitária Ambiental, Informática e Estatística, com 240 professores doutores, 112 professores mestres, aproximadamente 4.000 alunos de graduação e 2.000 alunos de Pós-Graduação, 47 Professores pesquisadores associados, 115 funcionários e técnicos e 483 bolsistas. (Quadro 2, pg. 97-100)

Estes departamentos administram 12 cursos de Graduação: Arquitetura e Urbanismo, Ciências da Computação, Engenharia Civil, Engenharia de Alimentos, Engenharia de Controle e automação Industrial, Engenharia de Materiais, Engenharia de Produção, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia Química e de Alimentos, Engenharia Sanitária Ambiental e Sistemas de Informação.

No nível de Pós-Graduação o CTC administra 10 cursos de Mestrado: Ciências da Computação, Engenharia Civil, Engenharia de Alimentos, Engenharia de Materiais, Engenharia de Produção, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia Química e de Alimentos, Engenharia Sanitária Ambiental e Metrologia Científica e Industrial e oito cursos de Doutorado: Ciências da Computação, Engenharia Civil, Engenharia de Materiais, Engenharia de Produção, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia Química e de Alimentos e Engenharia Sanitária Ambiental.

Para atender essa demanda o CTC dispõe de 122 laboratórios. Este projeto está envolvido com atividades que ocorrem no Laboratório Integrado de Informática do Centro Tecnológico – LIICT, e com o Laboratório de Ensino a Distância – LED <http://www.led.ufsc.br>

O LED foi concebido para romper as barreiras da distância e do tempo para a construção do conhecimento, suprimindo a crescente necessidade de formação e qualificação profissional no cenário nacional. Criado em 1995, está vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal de Santa Catarina. O LED viabiliza cursos de pós-graduação – *lato e stricto sensu* - e cursos de extensão em todas as áreas da Engenharia de Produção e áreas afins. A maioria dos cursos desenvolvidos pelo LED são customizados. A modelagem instrucional de cada curso é desenvolvida a partir do conhecimento prévio das necessidades do cliente: seus objetivos, sua infra-estrutura tecnológica, seu perfil. Durante toda a duração dos cursos, os alunos e professores recebem atendimento pedagógico e técnico do grupo de especialistas responsável pela modelagem instrucional dos cursos. O LED também dispõe de mecanismos de avaliação continuada de seus programas, garantindo a qualidade superior de sua ação junto aos alunos, à sociedade e aos órgãos reguladores da atividade educacional do Brasil.

O LED trabalha colaborativamente com outros laboratórios do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da UFSC, a saber: o laboratório de Mídia e Conhecimento, o Laboratório de Realidade Virtual, o laboratório Stela e o Laboratório de Inteligência Artificial.

Este estudo teve seu início no Laboratório de Ensino da Distância e serviu grandemente para algumas experiências de reconhecimento, principalmente na área de Internet e Teleconferências, que porém, em decorrência da necessidade de delimitação do objeto, não se tornaram questão desta tese. Entretanto, pretende-se retomar o assunto quando for conveniente.

Esta pesquisa, a partir do segundo plano, concentrou-se no Laboratório Integrado de Informática do CTC - LIICT, que atende a todos os cursos de Engenharia e tem por objetivo dar suporte ao desenvolvimento do ensino informatizado de graduação no Centro Tecnológico. O LIICT é composto e equipado para atender ensino e produção de softwares. <http://www.inf.ufsc.br/ctclab/>

O LIICT conta com um total de 86 computadores; 3 projetores; 4 impressoras; 3 servidores de rede e uma funcionária e dois bolsistas. Funciona no período das 7 às 20 horas aproximadamente. Conta com 5 salas para atendimento a alunos - aulas e de

desenvolvimento de projetos - e 2 salas de apoio técnico (Quadro 3). Observando-se o quadro atual pode-se perceber que o CTC investe na ampliação de infra-estrutura de maneira geral para facilitar a informatização do ensino de engenharia. A partir do projetos REESC, é significativa a ampliação da base tecnológica do CTC. (Quadro 4)

Relativamente à implementação e manutenção de uma infra-estrutura básica observa-se que o CTC da UFSC vem respondendo com ações efetivas e relevantes às demandas das transformações científicas tecnológicas do momento atual. O CTC tem promovido uma evolução significativa em relação não só à ampliação de espaço físico como à otimização do uso dos recursos, promovendo conferências, seminários, workshops de caráter pedagógico, gerando uma nova cultura entre professores e alunos. Em função do caráter dessa Ambiência Pedagógica é que se elegeu a realização desta pesquisa nesse espaço.

2.1. A Ambiência Pedagógica e a Informatização do Ensino de Engenharia

Em resposta a um pensamento generalizado de que as ações educacionais, seja qual for sua natureza, requerem acompanhamento contínuo para identificar obstáculos, localizar avanços e reorientar prioridades, indicando perspectivas e formas de atuação mais favoráveis, o projeto Piloto SESU/MEC/CTC abriu espaço para que se realizasse este projeto de observação pedagógica através de um projeto de pesquisa específico. Este projeto de pesquisa exploratória tem um caráter essencialmente pedagógico e faz parte do Programa de Doutorado do PPGEP na área de Mídia e Conhecimento. <http://www.eps.ufsc.br/>

Este projeto, denominado TERTIUM, analisa as implicações pedagógicas do uso de recursos informatizado no ensino de graduação em disciplinas básicas nos Cursos de Engenharia. Por isso elegeu como Ambiência Pedagógica o CTC, delimitando suas observações nos trabalhos do Projeto Piloto MEC/SESu.

O Projeto Piloto desenvolvido no CTC Centro Tecnológico da UFSC envolve os seguintes cursos: Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica, Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Engenharia de Alimentos, Engenharia Química, Engenharia Sanitária/Ambiental, Engenharia de Controle e Automação Industrial, concentrando-se em algumas áreas e disciplinas do ciclo básico e das fases iniciais do ciclo profissionalizante.

As áreas de conhecimento implicadas no projeto são as seguintes: Matemática, Física, Estatística, Elétrica, desdobradas nas disciplinas: Transferência de calor; Circuitos Auxiliados por Simuladores Elétricos; Física Experimental I; Cálculo A; Cálculo B5; Cálculo C; Geometria Analítica; Métodos Estatísticos; Estatística e Probabilidade

Este projeto de pesquisa, em sua primeira fase, desenvolvida no período de março a outubro de 1999, está delimitado na ambiência do Projeto Piloto, direcionado a analisar duas de suas metas: a) Reconhecimento dos recursos informatizados desenvolvidos e utilizados no Projeto Piloto; b) Identificação e análise de ações pedagógicas mediadas por recursos informatizados projetados e desenvolvidos na abrangência do Projeto.

Na segunda fase, a pesquisa continua na Ambiência do Projeto Piloto MEC/SESu, porém se faz uma delimitação vertical, atendendo ao processo metodológico de observação sistemática, para analisar em profundidade um de seus subprojetos, com o objetivo de apreender, no seu movimento, indicadores de aprendizagem diferenciada pela utilização de recursos informatizados, especialmente os que exploram sistemas de simulação no ensino das engenharias.

O trabalho desenvolvido na primeira fase norteou-se pela leitura dos princípios pedagógicos básicos subjacentes à ação dos professores, enfocando a verificação de níveis de domínio cognitivo previsíveis no processo ensino-aprendizagem e os níveis de interação, potencializados ou não pelo uso de recursos informatizados.³⁶

³⁵ *Recursos Informatizados*: neste trabalho se entendem os recursos que utilizam a linguagem digital. Incluem-se instrumentos para mediação pedagógica na Internet ou em Laboratório de Informática (desenvolvimento e utilização de *software* para o ensino).

Quadro 2
Abrangência de ensino no CTC: Graduação e Pós-Graduação

Departamentos/cursos	Grad.	Pós-Grad	Prof.	Prof. Dr.	Prof Ms	Al grad	Al Pós Grad	Prof. Associado	Ser ou Tec	Bolsista
Arquitetura e Urbanismo	1		45	12	33	400			10	
Automação e Sistemas	1		14	12	2	25	50	4		20
Engenharia Civil	1	2	47	27	20	523	325	5	22	50
Eng. Produção e Sistema	1	2	32	24	8	700	980			10
Engenharia Elétrica	1	2	44	34	10	644	133	21	18	53
Engenharia Mecânica	2	5	64	53	11	580	343		34	280
Eng. Química e Alimentos	2	2	29	29		430	51	1	13	17
Engenharia Sanitária Ambiental	1	2	19	16	3	400	86	6	10	28
Informática e Estatística	2	2	58	33	25	385	52		8	25
Total	12	17	352	240	112	4097	2020	47	115	483

Fonte <http://www.ctc.ufsc.br/99>

Quadro n. 3

LLICT – Estrutura e função

SALA 1:	Prioridade para ministração de aulas para os cursos de Engenharia e Arquitetura (exceto disciplinas que sejam do Departamento de Informática e Estatística (INE)). 16 microcomputadores Aptiva 486/DX2 66Mhz, todos com 8 MB de RAM; 1 projetor;
SALA 2:	Prioridade para ministração de aulas para disciplinas pertencentes ao departamento de Informática (exceto as oferecidas para o curso de Ciências da Computação). 17 microcomputadores Aptiva 486SX2/ 50Mhz, 8 MB de RAM; 1 projetor;
SALA 3:	Prioridade para ministração de aulas de disciplinas/turmas do Curso de Ciências da Computação. 17 microcomputadores Aptiva 486SX2/ 50Mhz ,16 MB de RAM ; 1 projetor;
SALA 4:	Sala de meios (sem acompanhamento do professor). Com prioridade de alocação para alunos dos cursos de Engenharia e Arquitetura. 6 microcomputadores Aptiva 486/DX2 66Mhz, 5 com 8 MB de RAM e 1 com 4 MB de RAM (incluindo o da portaria); 10 microcomputadores Digital 486DX 33 Mhz, 2 com 4 MB de RAM e 8 com 8 MB de RAM; 6 microcomputadores GEC 486DX 33Mhz, todos com 8 MB de RAM; 1 impressora Hyundai Pinovia 2480; 1 impressora Itaotec (ambas localizadas na portaria);
SALA 5:	Sala de meios (sem acompanhamento do professor). Com prioridade de alocação para alunos do curso de Computação. 11 microcomputadores Aptiva 486SX2/ 50Mhz, 10 com 8 MB e 1 com 4 MB de RAM; 2 microcomputadores Premio 486DX4Plus/ 120Mhz; todos com 8 MB de RAM; 1 impressora Itaotec (sem especificação)
SALA 6:	Sala destinada à administração da rede 1 microcomputador Aptiva 486X2/ 66Mhz; 1 servidor IBM RS/6000 c/ processador PowerPC 604 de 120 Mhz, 32 MB de RAM, 6 GB de disco; 2 servidores IBM c/ processador PowerPC 601 de 66Mhz, com 32 MB de RAM, 1 GB de disco; 1 impressora DeskJet 660C;
SALA 7:	Sala destinada à manutenção de equipamentos.

Total: 86 microcomputadores; 3 projetores; 4 impressoras; 3 servidores de rede
Dados fornecidos pela coordenação do Laboratório/99

Quadro n. 4
Evolução das condições de infra-estrutura em relação a informatização do ensino no CTC

	Sala/equipamentos	1994	1997 REESC	1999 PILOTO
Laboratório de Informática LIICTC	Salas/Laboratório Computadores Projetores Impressoras Servidor de rede			07 86 03 04 03
Salas de aula informatizadas (para 50 alunos)	Salas Computadores (incluindo lab) Projetores Televisão Vídeo Retroprojektor	02 40	05 120	07 150 01
Auditório com recursos informatizados	Auditórios Computador/rede Projektor Televisão Vídeo Retro-projektor Filmadora	01 01 01	01 01 01 01	03 03 03 03 03
Sala para reunião	Salas Computador Projektor Televisão Vídeo Retroprojektor	01	01 01 01	01 01 01 01
Laboratórios de pesquisa	Equipamento diversos			100
Sala de professores	Salas Computador Computador/rede		76 34 23	83 75 45
Número de professores conectado em rede no CTC			123	352
Número de funcionários				179

-graduação -pós-graduação	Número de alunos conectados em rede no CTC			4.500 2.500
Numero total de Subprojetos específicos desenvolvidos no Projeto Piloto				06
Número total de turmas envolvidas no Projeto Piloto				26
Número total de alunos envolvidos diretamente nos Subprojetos				1.706
Número total de professores envolvidos nos Subprojetos				18

Quadro 8 cont.

*Dados fornecido pelo Professor Júlio Felipe Szeremeta Vice-diretor do CTC completados com <http://www.ctc.ufsc.br/99>

2.2 Princípios, Fatores e Critérios Pedagógicos Subjacentes às Práticas dos Professores no Desenvolvimento de Sistemas Informatizados para o Ensino nas Engenharias

Entende-se que no processo ensino-aprendizagem, incluindo suas questões teórico-metodológicas e seus instrumentos, sejam eles informatizados ou não, desenvolvem-se em cada desafio níveis de domínio cognitivo diferenciados. Esses níveis se diferenciam a partir do modo de organização da ação pedagógica. Ou seja, do trato particular que é conferido aos conteúdos, às técnicas e aos instrumentos empregados para desenvolver determinados conteúdos. Cada conteúdo, pedagogicamente trabalhado, exige um determinado nível de habilidades para operar com os materiais disponíveis para a abstração dos conceitos, isto é, para garantir um determinado Movimento de Aprendizagem.

Uma ação pedagógica está sempre vinculada ao desenvolvimento de um determinado processo de conhecimento. Em síntese, essa primeira aproximação na Ambiência Pedagógica nos subprojetos do Projeto Piloto MEC/SESu limita-se a uma observação sistemática para reconhecimento dos *softwares* que estão em desenvolvimento e para verificar, ainda que de modo geral, os principais níveis de domínio de conhecimento e de interação subjacentes ao propósito da produção de cada sistema informatizado.

Para sistematizar o processo de observação e análise em forma de *protocolo de registro*, organizou-se uma taxionomia prévia que serviu de base para as observações. Essa taxionomia é uma adaptação simplificada que tem por base o sistema de classificação de objetivos proposto por Bloom, Hastings & Madaus (1971). Utilizou-se esse modelo por ser um modelo clássico e responder, de certa forma, à maioria das abordagens pedagógicas observadas nas práticas das disciplinas envolvidas no projeto. Posteriormente, para análise da concepção epistemológica que sustenta as ações, buscaram-se como referência outros fundamentos na epistemologia genética.

No desenvolvimento de cada subprojeto, através de diferentes formas de observações e registros (protocolos escritos, gravação em fita cassete, vídeo, mapa de desempenho), procurou-se verificar os níveis de domínio cognitivo previstos pelos

professores e atingidos pelos alunos e as implicações promovidas pelo uso de recursos informatizados nesse processo.

Nesta primeira fase, portanto, as observações e análises focalizaram mais a ambiência Pedagógica e nela os atributos pedagógicos dos recursos informatizados, buscando perceber as implicações dessa ação no Movimento da Aprendizagem. A preocupação central é com os fatores cognitivos, sem no entanto deixar de reconhecer a importância de outros fatores, como os sociais, psicológicos, biológicos, que certamente pulsam imanentemente nos eventos observados, porém não são objeto neste estudo até porque dispensariam maior tempo e amplitude de que não se ocupa nesse momento.

Analisando-se os planos de ensino das diversas disciplinas, seus conteúdos básicos, as estruturas do como estão disponibilizados em recursos informatizados, ou ainda, as expectativas manifestadas pelos professores, através de entrevistas e observações em atividades práticas, identificam-se os níveis de domínio previstos e/ou alcançados, de forma geral, nas diferentes Mediações Pedagógicas, que podem ser assim categorizados dentro de um quadro provisório, tomando-se por referência, como já se mencionou, alguns elementos da taxionomia de Bloom (1971).

1. Conhecimento de específicos - memorização de unidades específicas e isoladas de informações. Ênfase ao símbolo que possua referência ao objeto concreto.
2. Conhecimento de meios e formas - conhecimento de formas de organizar, julgar, aplicar, investigar seqüências e cronologias dentro de uma determinada área.
3. Compreensão - o sujeito conhece o que está sendo comunicado e faz uso do material ou da idéia, sem necessariamente relacioná-la a outro material ou perceber suas implicações mais complexas.
4. Aplicação - o sujeito usa o que abstraiu de um material ou de uma idéia em situações particulares e concretas. Estas abstrações podem ser entendidas como idéias gerais, regras, procedimentos, métodos, princípios técnicos, definições que devem ser recordadas e aplicadas.
5. Análise - o sujeito fraciona uma comunicação em todos os seus elementos de forma que a hierarquia relativa de idéias fique clara e as relações entre as idéias fiquem explícitas. Tem o sentido de esclarecer as idéias, fatos ou fenômenos e indicar como estão

organizados em sua base e disposição. A análise inclui também a maneira de como produz e transmite seus efeitos. (AP)

6. Síntese - o sujeito demonstra a combinação dos elementos e partes de forma a constituir um todo estruturado e claro. A síntese revela a essência da comunicação, do fato ou do fenômeno.

7. Avaliação - o sujeito é capaz de emitir julgamento sobre o valor do material, do método, ou do fenômeno para propósitos determinados. Esse julgamento pode ser de caráter quantitativo e qualitativo em relação à satisfação dos critérios estabelecidos. Trata-se do uso de padrão de critérios estabelecidos pelo professor ou pelo aluno. (AR)

8. Generalização ou Proposição - o sujeito apreende uma série de relações entre os elementos estudados, abstraindo-as e reorganizando-as em outra dimensão para além da realidade dada. O sujeito abstrai suas implicações, seus princípios, métodos e técnicas, reorganizando-as na solução de outros desafios em outros problemas. Nesse nível a aprendizagem constitui um conhecimento de estruturas e conceitos fundamentais na organização de fenômenos e idéias – um nível de teorização em que as informações e as definições são elevadas ao estado de conceito passível de generalização em diversos campos para resolução de diferentes problemas.

Esta classificação serviu como parâmetro básico para referenciar o nível de domínio exigido em cada disciplina e o tipo de resposta esperado, identificando as implicações dos recursos informatizados como mediação na ação de ensino/aprendizagem. Nesta primeira etapa o estudo foi realizado através de observações mais voltadas à caracterização dos *softwares* que estavam sendo desenvolvidos e da sua amplitude e complexidade, como uma primeira aproximação.

O Projeto Piloto MEC/SESu desdobra-se em diversos subprojetos, envolvendo muitos cursos e áreas de conhecimento. Para esta fase de reconhecimento e caracterização dos sistemas elegeram-se os seguintes subprojetos:

- Subprojeto 1: Transcal 1.1 Software Educacional para o Ensino de Condução de Calor;
- Subprojeto 2: Circuitos Auxiliados por Simuladores Elétricos;
- Subprojeto 3: Informatização de Experimentos do Laboratório Didático de Mecânica, Acústica e Termodinâmica do Departamento de Física;

- Subprojeto 4: Apoio informatizado no ensino das disciplinas de Matemática nas Engenharias da UFSC;
- Subprojeto 5: SEstat - Sistema Especialista para o Apoio do Ensino de Estatística (Apêndice V, DS 14).

Este projeto de pesquisa passa a fazer parte, de certa forma, do Projeto Piloto MEC/SESu uma vez que se propõe uma análise pedagógica do seu desenvolvimento. A pesquisa interfere, de certa forma, no seu desenvolvimento enquanto observa, analisa e discute com as equipes de desenvolvimento a utilização dos *softwares* e as implicações de sua utilização nas ações pedagógicas.

Para se ter uma idéia mais precisa da relevância e da abrangência dos subprojetos analisados, considere-se o envolvimento de 11 disciplinas, 26 turmas, 1.113 alunos, 18 Professores, 10 bolsistas e 7 *softwares*.

Esta fase da pesquisa envolve todos os subprojetos escolhidos e a maioria de seus atores: 9 disciplinas, 9 turmas, 706 alunos, 12 Professores, 3 bolsistas e 7 *softwares* (Quadro 5, pg. 107).

Com o objetivo de apreender os princípios pedagógicos subjacentes nos projetos de informatização do ensino nas engenharias, nesta primeira fase, executaram-se as seguintes ações: observações diretas, entrevistas, reuniões de estudos, constatação de produção científica, resultante das atividades de ensino aprendizagem realizada pelos professores e alunos. Nesse período realizaram-se as seguintes atividades:

- Reunião com todos os envolvidos nos subprojetos para propor a pesquisa (1)
- Reuniões com cada equipe de professores para analisar o propósito de cada software (6)
- Visitas em laboratório para reconhecimento dos softwares (6)
- Entrevistas com os coordenadores dos projetos (5)
- Entrevistas com alunos (7)
- Questionário aplicado aos coordenadores dos projetos (7)
- Observações em sala de aula convencional (6)
- Observações em aulas nos laboratórios de informática (12)

(Apêndice V, DS15)

A partir das observações realizadas em cada um dos subprojetos pode-se levantar algumas indicações preliminares de que, de forma geral, está ocorrendo um avanço

pedagógico significativo nas práticas de ensino de engenharia apoiadas por recursos informatizados. Verificam-se esses avanços nas seguintes questões:

- a) Os professores estão bem mais preocupados com os aspectos pedagógicos na exploração dos recursos informatizados do que com os aspectos tecnológicos, como mostrou a análise anterior do projeto REESC (Catapan & Quartiero 1999).
- b) Professores e alunos estão mais motivados a realizarem suas tarefas pedagógicas, pois estas estão mais próximas da realidade cotidiana que está sendo hoje determinada pelas novas tecnologias.
- c) Os planos de trabalho e as práticas dos professores revelam uma busca constante de aprofundamento em temas atuais, estabelecendo-se uma nova dinâmica na relação pedagógica.
- d) A exploração de recursos informatizados resulta em economia de tempo e de custos. Os alunos podem ganhar tempo nas análises de problemas nos laboratórios, e ainda explorar questões complexas através dos sites à hora que quiserem em suas residências.
- e) Explorando recursos informatizados, pode-se simular experiência de forma virtual com menor custo e menor risco, sem reduzir as condições de uma aprendizagem por experimentação atual.
- f) A exploração de um problema ou fenômeno através de simulação possibilita um nível de domínio de conteúdo bem mais complexo e profundo. Analisando-se os mapas de desempenho dos alunos constata-se que em aulas convencionais o índice de domínio dos conteúdos fica em uma média de 38%, e quando se desdobra em experiências virtuais nos laboratórios, explorando os sistemas de simulação, o índice de domínio dos conceitos atinge uma média de 62%.
- g) Registra-se uma significativa produção científica associada aos subprojetos como a participação em congressos nacionais e internacionais e a maioria seguida de publicações de resumos e/ou artigos.
- h) A expectativa dos professores e dos alunos é de que se dê continuidade a esse processo ampliando condições de infra-estrutura e de recursos humanos, pois ao contrário do pensamento de alguns professores de que o computador poderia substituí-los, a constatação atual é de que a utilização pedagógica de recursos informatizados exige maior aprofundamento e envolvimento do professor, demandando um esforço

redobrado e permanente aperfeiçoamento, bem como a imprescindível participação dos alunos bolsistas.

Estas são as indicações gerais da fase de leitura e reconhecimento dos softwares desenvolvidos e explorados pelas equipes de professores que estão envolvidos no Projeto Piloto MEC/SESu.

2.3 Caracterização dos Recursos Informatizados e de Sua Utilização no Ensino de Engenharia

A partir das observações, entrevistas e questionários respondidos pelos professores pode-se ter uma leitura geral dos recursos desenvolvidos no Projeto Piloto MEC/SESu em diferentes ângulos. Essa visão está sistematizada no Quadro 6 (pg. 108-110) a seguir e descrita em detalhes no Relatório em Apêndice II.

Quadro 5
Abrangência do Projeto Piloto MEC/SESu/CTC

	Disciplinas	Turmas	Alunos	Professores	Bolsistas	<i>Softwares Utilizados</i>
subproj 1	01	02	57	02	03	TRANSCAL 1.1
subproj 2	01	03	102	02	01	MICROCAP
subproj 3	03	06	315	07	03	SISTEMA PASCO
subproj 4	04	12	499	04	00	MAPLE V DERIVE MATLAB
subproj 5	02	03	140	03	02	SEstat ESTATÍSTICA
Total	11	26	1.113	18	09	
TERTIUM	09	09	706	12	01	

*Considerando a Abrangência do TERTIUM no Projeto Piloto
<http://www.ctc.ufsc.br/projetoPiloto>

Quadro 6

2.3 Caracterização dos Recursos Informatizados e de Sua Utilização no Ensino de Engenharia

Subprojeto/ Softwares	Características/ Finalidades	Utilização/ Relevância	Vantagens/ Dificuldades	Perspectivas/ Divulgação
Subprojeto 1 Site* <i>Software</i> Transcal 1.1	.Simulação de um Sistema físico . Software educacional .Introduzir novos Recursos pedagógicos no ensino Realizar experiências virtuais	.No ensino de transmissão de calor . Duas turmas do curso de Engenharia Mecânica .No laboratório .Em rede .Muita relevância	.Potencialização de tempo espaço e aprendizagem. .Supera a linearidade do ensino convencional . Visualização de um fenômeno em diversas geometrias. . Aproximação do aluno com o a realidade profissional .Infra-estrutura insuficiente .Falta de pessoal técnico .Resistência cultural dos alunos	.Condições básicas para dar continuidade ao projeto .Estender para outras turmas . Publicar um livro Interlocução em rede com pesquisadores de outras IES Publicação . Três Eventos . Três Publicações . Duas Premiação
Subprojeto 2 Site <i>Software</i> <i>Microcap/</i> Aplicativo Pedagógico	.Simulação de um sistema físico . Apoiar o ensino de circuitos elétricos	.Nas aulas de circuito eletrônico com uma turma .Em Laboratório .Opcional, nem todos os APDs participam Site informativo .Pouca relevância	.Complementa o que é ensinado nas aulas expositivas. .O APD pode explorar questões e fazer experiências virtuais, evitando riscos e custos elevados .Aproxima o APD do mundo do trabalho. Uso restrito - modelo demonstração Equipamentos insuficientes.	.Aquisição do direito de uso do <i>software</i> .Obter maior tempo de Laboratório para as experiências .Manter e ampliar o número de bolsistas .Estender para as outras turmas

Subprojeto/ Softwares	Características/ Finalidades	Utilização/ Relevância	Vantagens/ Dificuldades	Perspectivas/ Divulgação
Subprojeto 3 Site* <i>Software</i> <i>PASCO</i>	Sistema simulação/ Aplicativo Pedagógicos . Informatização de experimento no Laboratório de Física .Como recurso pedagógico . Melhora o nível de Aprendizagem	. Ensinar física experimental 1 em quatro turmas Em Laboratório Em Rede Muita relevância	. Ampliação e precisão de dados . Ampliação e visualização digital de fenômenos físicos não visíveis em estado atual. . Pode ser utilizado em qualquer hora em qualquer lugar em rede. . Falta e obsolescência dos equipamentos . Falta de pessoal qualificado para desenvolver os aplicativos	. Ampliar as condições de uso atualizando Hardware e Software . Ampliar o uso pedagógico para todas as turmas . Proporcionar a utilização plena nos Laboratórios e em rede também para outros professores e pesquisadores. Publicação Eventos
Subprojeto 4 Site <i>Softwares</i> <i>Maple V</i> <i>Derive</i> <i>Matlab</i>	. Simulação de um sistema artificial de cálculo como Aplicativos Pedagógicos . Apoio ao ensino de cálculo .Melhorar o nível de aprendizagem. .Provocar mudança curricular	Para aprofundar o ensino em quatro turmas Em horário extra- classe No Laboratório Em Rede Pouca relevância/opcional	. Visualização gráfica de um raciocínio . Potencializa o tempo .Explorar situações mais próximas do estado atual . Provoca mudança no paradigma pedagógico . Eleva a motivação dos participantes Baixa frequência dos APDs Falta e obsolescência dos equipamentos. Carga horária insuficiente. Algumas turmas participam	.Melhorar as condições de uso .Atualização e ampliação .Ampliar a equipe de desenvolvimento . Ampliar a utilização para todas as turmas . Alterar o currículo para dispor de carga horária regular suficiente Publicações Eventos

Subprojeto/ Softwares	Características/ Finalidades	Utilização/ Relevância	Vantagens/ Dificuldades	Perspectivas/ Divulgação
Subprojeto 5 <i>Site Software SEstat</i>	.Simulação de um sistema artificial de análise estatística .Recurso de Ensino de Estatística	.Para ensino de estatística em duas turmas .No Laboratório .Uso doméstico . Em todo o tempo de ensino Muita relevância	.Visualização do raciocínio do sistema especialista e do APD .Potencializarão de tempo, espaço e de aprendizagem .Reduz tempo gasto em cálculos .Possibilita interação cooperativa .Problemas de Hardware poucas maquinas e desatualizadas .Problemas com o Software de suporte Estatística .Resistência cultural do APDs	.Continuar com a equipe de desenvolvimento para atualização e ampliação .Ampliar a o uso para outras turmas .Desenvolver a base de algoritmos para dispensar o Estatística e operar com autonomia. Disponibilizar para ensino em rede Publicações Eventos

- Muita Relevância: é utilizado como recurso de ensino, ocupa a maior carga horária e todos os APDs participam
- Pouca Relevância: é utilizado como apoio ao ensino, ocupa menos de um terço da carga horária e a participação dos APDs é opcional.

* quando o site é usado como recurso e não somente informativo

2.4 Perspectivas e Limites no Processo de Informatização do Ensino: uma Análise Inicial

A estrutura e a distribuição dos vórtices constituem uma espécie de conteúdo da descrição do movimento. Não estão separadas da atividade formativa do fluxo da torrente que cria, mantém e finalmente dissolve a totalidade das estruturas em vórtices. Portanto querer tentar eliminar os vórtices sem mudar a atividade formativa da torrente seria um absurdo.

Bohm

Acredita-se que a exploração de recursos informatizados no ensino não é mais uma questão de opção e sim uma necessidade que emerge dos avanços científico-tecnológicos que demarcam o estado da filosofia, da arte e da ciência em todas as dimensões da existência dos sujeitos, estejam eles direta ou indiretamente implicados nos processos de transformação sócio-econômico-cultural.

As aproximações realizadas para essa reflexão não deixam de considerar todas as dimensões implicadas nas novas formas de comunicação produzidas pela linguagem digital. Inicialmente fez-se uma rápida imersão em diversas Ambiências Pedagógicas, como se pode constatar no capítulo anterior: as de Ciberespaço – www, as de Teleconferência e as de Laboratórios de Ensino Informatizado explorando *software* do tipo Simulação.

O enfoque desta inferência, delimitado na dimensão dos processos de trabalho pedagógico, educação escolar,³⁷ tem como objeto de análise os processos de Aprendizagem em Laboratórios de Ensino Informatizado explorando *software* do tipo Simulação.

Os modelos de simulação podem ser explorados por diferentes formas em ambientes de aprendizagem, enriquecendo o processo pedagógico e potencializando a questão do tempo e do espaço.

Observando-se o que está ocorrendo nas sessões de ensino mediadas por recursos informatizados, constata-se que mesmo alguns projetos em estados iniciais contribuem de forma diferenciada não só para com o desenvolvimento de determinados níveis de aprendizagem como para com a formação necessária do engenheiro. Se, por um lado, a mediação informatizada contribui para desenvolver níveis de aprendizagem tais como conhecimento de específicos; conhecimento de meios e formas; compreensão; aplicação; análise; síntese e generalização, por outro lado o ensino informatizado familiariza os APDs

³⁶ **Educação escolar**: entende-se todos os processos organizados de ensino em todos os níveis, fundamentais, médio, superior.

com o uso de *softwares* no mundo do trabalho, pois o uso de *softwares*, principalmente do modelo Simulação, está cada vez mais intenso no exercício profissional do engenheiro.

Uma primeira questão que se evidencia é a fase de transição por que está passando a concepção pedagógica dos professores. Os professores estão atravessando uma fase de revisão dos modelos convencionais de ensino concentrados em aulas do tipo expositivas, respondendo à necessidade intrínseca de criação de um modelo inovador concernente com os processos de transformação cultural que se está enfrentando. Os professores hoje estão preocupados não apenas em explorar os recursos informatizados para substituir ou replicar formas tradicionais de apresentar textos, exercícios ou transmitir definições pré-elaboradas, mas buscam explorar os novos recursos para dinamizar o processo de ensino.

Observa-se uma transformação do modo do ser do professor no sentido de toda a transformação que um sistema vivo experimenta. Isto é, se por um lado conserva sua identidade, por outro emerge nas transformações como um inteiramente outro, constituindo processo de auto-organização. Esse processo indica que existem entre o organismo e o meio, o sujeito e o objeto, interpretações tais que os dois tipos de fatores apresentam uma importância igual e mantêm-se indissociáveis. A relação sujeito-objeto (objeto de conhecimento) constitui-se basicamente nas relações de comunicação. Alterada a forma de comunicação, alteram-se os processos de constituição dos envolvidos na relação. Nesse sentido, entende-se o conhecimento como um processo dinâmico que comporta diferentes níveis que se podem combater e contradizer, ou seja, o conhecimento não é um todo harmônico; pelo contrário, é um processo profundamente contraditório de posição e negação indefinidamente, e implica em todas as dimensões do Ser.

Os professores estão descobrindo que a informatização, que altera os processos de comunicação, pode ser explorada como novas formas de mediação nos processos de aprendizagem.

A maioria dos professores que investem em desenvolvimento de recursos informatizados para o ensino, embora dediquem maior carga horária em aulas expositivas, pressionados pela estrutura curricular vigente, estão preocupados e dispendo tempo extra para investir em procedimentos de ensino informatizado, enfrentando os limites do modelo convencional, rígido, fragmentado. Por exemplo, na equipe do subprojeto 2, os trabalhos de simulação são opcionais e no entanto o esforço e o interesse de professores e alunos não é

menor por isso. Na equipe do subprojeto 4 e seus desdobramentos, os estudos mediados pelo aplicativos pedagógicos em laboratório ocorrem em horário extraclasse. Nas equipes dos subprojetos 1, 3 e 5, este estágio de superação dos modelos convencionais parece mais consolidado e evidencia-se um novo modelo pedagógico se instalando. Esses diferentes estados de envolvimento dos atores configuram um processo em transformação, que ainda não é generalizado; mas não obstante a cultura escolar adversa está acontecendo.

O novo modo do saber com a TCD é, objetivamente, um processo que se autodetermina. Tanto no espaço da oralidade quanto da escrita ou da linguagem digital, a tecnologia da comunicação demarca a cultura de um grupo, de um povo, de uma nação. As tecnologias da inteligência constituem um novo modo do ser e do saber que condicionam o controle da produção da existência a uma membrana de cálculo e informação codificada que se estende, comportando o homem e o seu entorno. Os sujeitos são levados a um tipo de competência cognitiva capaz de recorrer a modos de pensamento abstratos para dominarem a formalização de um ambiente que se torna cada vez mais tecido em códigos e mensagens.

Embora se registre, nas entrevistas com os professores, que as mudanças curriculares nem sempre consideram as demandas de uma nova abordagem pedagógica, os professores envolvidos estão percebendo claramente a carência e os limites do modelo instalado. Em alguns cursos as mudanças estão atendendo às demandas de um novo modo de fazer o pedagógico, mas são ainda esporádicas. Em muitos casos as mudanças de currículo mostram que ao invés de aumentar a carga horária ou de alterar os horários para aulas seqüenciais, facilitando os trabalhos de laboratório, contrariando o movimento da inovação, as cargas horárias estão sendo reduzidas, sem as devidas considerações exigidas pela mudanças que estão ocorrendo no processo. Ou seja, a transformação que está ocorrendo em alguns focos nem sempre atende a amplitude necessária. Isto é, muda-se a grade curricular mas não muda o processo pedagógico, no sentido concernente à exploração das novas tecnologias. A informatização do ensino pode potencializar tempo e espaço, quando atende a um novo modelo de ensino-aprendizagem e este exige outros tempos e outros espaços. Esta questão não se reduz a mudança de grade curricular e sim a uma nova postura pedagógica, que gera processos muito mais dinâmicos, criando e explorando outras ambiências de aprendizagem que extrapolam o tempo e o espaço limitado da sala de aula.

Com a exploração de recursos informatizados, o tempo e o espaço em sala de aula podem ser reduzidos ou transformados em outros espaços mais dinâmicos.

Embora a transformação que está ocorrendo não seja ainda generalizada, é bastante significativa, pois mostra que os sujeitos envolvidos no processo de informatização estão construindo uma outra postura como professores e também como alunos, rompendo com a cultura escolar de um processo de ensino-aprendizagem limitado à transmissão de conteúdos. Percebe-se claramente nas relações pedagógicas uma necessidade intrínseca de criação, de cooperação, de proposição e implementação de novos processos. Esta transformação que vai se engendrando em alguns focos revela-se muito saudável, pois a verdadeira transformação não se faz em massa, ou por decreto, e sim se inicia em alguns focos e vai se ampliando. É o que se espera dessa tensão entre ensino-aprendizagem e recursos informatizados. Porém, deve-se ter presente que não se efetiva uma transformação sem alterar as estruturas instaladas, e é preciso que estas comecem a ser transformadas mesmo que seja em experiências pontuais, como as que estão ocorrendo. É importante que elas encontrem apoio. Nesse sentido, as observações que se alcançaram nesta fase indicam uma clara tendência na administração do CTC em facilitar e apoiar essas transformações que se fazem necessárias.

Questões como a constatação que se faz nas entrevistas com as equipes dos subprojetos indicam o nível do processo de transformação que está ocorrendo. Por exemplo, a declaração de um professor: *“Percebe-se nas Macroaulas que os alunos estão passivos, ouvintes, raramente ensaiam uma resposta e muitas vezes o fazem para si mesmo sem explicitá-las no grupo... porém ao ficarem em frente do SEstat, tateiam os dados explorando vagamente, empolgam-se quando começaram a tratar com as informações que colheram em sua pesquisa, preocupando-se em seguida em transformá-las em dados objetivos e sistematizados no sistema. Percebe-se que o movimento da aprendizagem iniciou-se com a recepção de informações, o reconhecimento de significados, mas segue-se de uma exploração desses significados e de um processo de organização de informações novas dentro dos parâmetros apreendidos. No momento do seminário em que cada equipe precisa comunicar como fez seu trabalho e os resultados obtidos, parece que os alunos deram um salto qualitativo em sua aprendizagem sendo capazes de interpretar,*

aplicar, analisar e em alguns casos raros ainda, explicitar seu raciocínio e torná-lo visível no sistema”.(Apêndice V, DT26)

Ou ainda a manifestação de um outro: *“Desenvolvido como um laboratório virtual, o programa permite que o aluno visualize o escoamento do calor em diferentes materiais escolhendo diversas variáveis e simulando o fluxo, em relação a tempo e intensidade de calor. Assim, ao invés de depender de um exercício mental somente em estado subjetivo, para entender como se dá o escoamento do calor no ouro, cobre ou chumbo, por exemplo, o estudante visualiza e analisa a simulação do fenômeno na tela do computador. Em vez de ficar resolvendo exercícios ou equações ele levanta hipótese e opera com equações disponíveis no sistema para avaliar os resultados. Além de visualizar o seu raciocínio pode visualizar o fenômeno representado em imagens geométricas variadas. Ou seja, além de apresentar o conteúdo de forma simples e interativa, o software propõe uma série de exercícios que, como num jogo, permite ao APD que construa o seu conhecimento em um campo fundamental da engenharia através de simulações.* (Apêndice V, DV30 02:40 a 30:08pm)

Os *softwares* ou os Aplicativos Pedagógicos estão sendo desenvolvidos para ajudar o raciocínio dos APDs, ao mesmo tempo que explicitam esse raciocínio, demonstrado através de expressões matemáticas (simulação). Essa interseção parece ser o vórtice transformador da mediação pedagógica enquanto implica diretamente no Movimento da Aprendizagem. Pois o Aprendiz pode observar e avaliar o seu raciocínio (não apenas *abstratamente*) explicitado no sistema e debruçar-se sobre ele, refletir sobre sua pertinência ou não, avaliando suas hipótese, tratando com diversas variáveis simultaneamente. Ou seja, o APD pode pensar e apreender um problema estatístico, de física, de termodinâmica, de resolução de cálculo, desenvolvendo simulações no computador para verificar suas hipótese, para construir seus conceitos. Os APDs, além de explorar o recursos para apreender e criar, estão estabelecendo uma relação diferenciada com seu próprio eu, com seu raciocínio – a de operar sobre seu pensamento objetivado numa expressão matemática de forma extensa e complexa - que nem sempre é possível em uma explicitação de cálculo numérico desenvolvido na linguagem convencional. Em forma de simulação ele pode desdobrar seu raciocínio explorando um milhão de caracteres de um fenômeno ou de um objeto analisado, visualizando os resultados, o que não seria possível na forma

convencional de cálculo escrito ou mesmo feito em calculadoras. Estas ajudam a simplificar a quantidade de cálculos e a acelerar as operações, além de oferecer visibilidade aos procedimentos, mostrando como podem ser feitos num sistema de simulação computadorizado.

Como os *softwares* desenvolvidos, ou desdobrados em Aplicativos Pedagógicos (como alguns professores preferem), são elaborados por uma equipe de professores e também estudantes de pós-graduação, são muito fáceis de serem utilizados, porque adaptados às situações de ensino. É evidente que este trabalho de produção e utilização de Aplicativos Pedagógicos requer dos professores uma dedicação intensa e um redobrado trabalho.

- Em hipótese alguma significa a dispensa do professor, como alguns imaginam. Pelo contrário, exploração de um sistema informatizado, do tipo simulação, no trabalho pedagógico, requer maior dedicação e tempo do professor; o professor torna-se um pesquisador, autor e ator na criação de novos conhecimentos. É claro que é uma participação diferente daquela em que o professor prepara o assunto e transmite para o aluno. Inclusive os envolvidos declaram que esta é bem mais fácil de ser feita. A exploração de um conteúdo através da análise simulada de um problema ou de um fenômeno requer do professor atualização constante, domínio profundo do assunto, além de presença constante, seja na forma atual ou virtual, junto à sua equipe e junto aos seus alunos, no sentido atual ou virtual numa lista de discussão, nas interações no ciberespaço. Pois a aprendizagem se faz num movimento dinâmico não previsível e nem controlável didaticamente. Os desafios, tanto para o professor como para o aluno, podem ser inéditos. (TD26)

Para os alunos o acesso aos recursos informatizados torna-se cada vez mais amplo no sentido da socialização de informações, mas ainda restrito no sentido de ambiente de aprendizagem propriamente dito. Em cinco turmas investigadas constata-se o seguinte: todos têm possibilidade de acesso doméstico através dos servidores da UFSC; 71% deles fizeram algum curso de informática; 57% têm computador em casa e acessam numa regularidade média de uma a duas horas diárias; 46% têm acesso no trabalho; 54% acessam regularmente do Laboratório de Graduação da Universidade. Dos que acessam, a maioria, 97%, acessam para finalidade de informações e pesquisa; 68% para realizar trabalhos

diversos, 71% utilizam para acessar disciplinas. Dos investigados 51% declararam gostar muito de aulas com recursos informatizados, porém apenas 29% declaram que têm suas aulas mediadas diretamente por recursos informatizados. A maioria utiliza os recursos informatizados, principalmente a Internet, para informação e comunicação, e poucos realmente utilizam como ambiente de aprendizagem seja *Software* ou *Internet*, considerando nestes dados que duas das turmas investigadas estavam sendo objeto de observação da pesquisa uma com trabalhos mediados pelo SESTat e outra em ensino convencional. As outras três foram escolhidas por sorteio entre as turmas dos cursos de Engenharia entre Quarta e Quinta fase. Destas informações pode-se inferir que a maioria tem acesso em sua residência, no trabalho ou na Universidade como recurso de informação, porém a utilização direcionada como ambiente de aprendizagem propriamente dito é ainda bastante limitada.

Este quadro provoca mudança no processo pedagógico, requerendo alteração na forma como os cursos atualmente são organizados e como as disciplinas são ministradas. A estrutura atual não considera a possibilidade da dinâmica e da criação no processo pedagógico; é estruturada linearmente e de forma fragmentada e hierarquizada. O plano pedagógico emergente pressupõe um tipo de currículo topológico, ou pelo menos que admita a transdisciplinaridade, ou, melhor ainda, a transversalidade.

Nesta proposta o trabalho pedagógico do professor desenvolve-se baseado na necessidade do aluno que tem de aprender, por exemplo, a conceituação física da transferência de calor e por que aquela equação representa um fenômeno físico, simulando o fenômeno físico, alterando suas variáveis, observando os desdobramentos e o sentido não apenas numericamente mas visualmente. (Apêndice V, DS 14 e DV 30 e 32)

Até este momento as observações feitas nos subprojetos selecionados para reconhecimento apontam para as seguintes premissas:

- Os Aplicativos Pedagógicos desenvolvidos para ajudar o raciocínio nas diferentes disciplinas, fazendo com que o aluno possa pensar sobre um problema de física, de matemática, de termodinâmica, de eletrônica ou de estatística, através de simulação, são acessíveis e facilitam a superação do modelo pedagógico. Provocam mudança no processo pedagógico, alterando a forma convencional de ensino de um modelo linear e fragmentado para um processo dinâmico de interação, enquanto facilitam o

entendimento do conteúdo apresentado nas aulas expositivas, permitindo-lhe ser apreendido de forma dinâmica e gradativa sem que se torne apenas uma acumulação de informação ou de matéria.

- O trabalho pedagógico do professor, suas interferências, desenvolve-se baseado na necessidade do aluno e permite que este faça o seu trajeto de reflexão a partir de seu interesse e de suas experiências, respeitando o ritmo e o nível de cada um. O desafio é colocado como um todo organizado, de forma que o APD pode escolher com quais variáveis quer operar. Não está reduzido à resolução de exercícios, e sim tem sempre como ponto de convergência um problema com diversas questões implicadas. O APD pode trabalhar com diversas variáveis e testar suas hipóteses, construindo conceitos e referenciais complexos.
- A simulação traduz o fenômeno num modelo matemático expresso em linguagem digital. É diferente da abordagem que se faz em um livro. O livro impresso discute e mostra o fenômeno até onde a linguagem linear explicativa tem condições. E ela é limitada principalmente em relação a uma explicação hierarquizada e a uma expressão de cálculo reduzido. No software o APD pode propor o problema, realizar equações complexas e verificar suas hipóteses, construindo no sentido de um hipertexto. O APD não está aprendendo matemática ou cálculo - o aluno apreende o problema ou os conceitos subjacentes ao problema. Esta forma de aprendizagem vai além de uma experiência física. Nesta abordagem o propósito pedagógico tem a preocupação com a aprendizagem do conceito e não apenas com a transmissão de informações ou definições isoladas. (Apêndice V, DV33 1:07:02 a 1:07:45)
- O *software* é um laboratório virtual, que permite que o aluno amplie seu conhecimento analisando os raciocínios simulados e simulando seu próprio raciocínio para visualizá-lo e refletir sobre ele, num processo de aprendizagem que tem como caráter a reconstrução a criação.
- O estudo por simulação em sistema informatizado proporciona maior facilidade para o APD. Ele pode estudar em casa ou em qualquer outro lugar a qualquer hora, não só resolvendo problemas como testando e visualizando o fenômeno, o fato ou a experiência, podendo interferir nela com inúmeras variáveis. Além do trabalho em laboratório ou em aula, o APD pode potencializar o seu tempo, sem ter que fazer, por

exemplo, inúmeros cálculos; basta que ele compreenda o processo e seja capaz de escolher os procedimentos corretos e indique ao sistema as variáveis necessárias à sua hipótese e obtenha a solução ou a demonstração necessária, superando o espaço topográfico pelo espaço topológico e a dimensão linear do tempo pelo tempo eternal.

- Usar o laboratório virtual possibilita resolver um problema complexo a partir de uma questão simples sem se ocupar demais com cálculos infundáveis e com gastos extraordinários de materiais, ou mesmo com manipulações de materiais de alto risco, ressaltando-se os aspectos de segurança em situações de alto risco em estado virtual.
- Os APDs podem ampliar suas reflexões indo além dos Desafios Pedagógicos que lhes são colocados, inferindo e complexificando os assuntos e as questões, pois têm livre acesso às informações, conceitos, dados, seja explorando o *software*, seja estabelecendo interseções via rede. O apreender extrapola o domínio e o controle pretendido no processo didático convencional. Desterritorializa o saber, desconcentra o poder da pessoa do professor. Promove um exercício de autonomia de criação, de invenção. (Apêndice V, DV34 1:24:45)
- A facilidade para demonstrar um fenômeno, resolver um problema, levantar e conferir hipóteses, operar com inúmeras variáveis, em diversas formas de linguagem, em diferentes geometrias, explorando os recursos da TCD, pode conferir ao APD um estado de motivação interna sem precedentes no modelo convencional de ensino.
- O *software* do tipo Simulação, além de estar dotado de potentes recursos pedagógicos, é uma ferramenta que familiariza o APD com os desafios profissionais do mercado atual. Entretanto, é preciso ter presente que a simulação não é o fato, a experiência ou o fenômeno no estado atual. Este é sempre ainda mais dinâmico. Mas está bem mais próximo do atual do que a mera exposição verbal sobre a coisa. Ou seja, um *software*, mesmo desenvolvido como um sistema especialista, no modelo Simulação é uma descrição matemática de um problema físico. Não representa a realidade de uma experiência na forma absoluta mas possibilita experiências virtuais do problema sustentado em equações matemáticas, evidenciando propriedades e características fundamentais para o entendimento do fenômeno, muito próximo do estado atual (Apêndice V, DV34 1:25:12).

Estas observações, evidentemente, não se inserem por mero acaso em uma Ambiência Pedagógica sedimentada numa concepção cultural que entende o conhecimento como algo dado e construído *a priori* pelo professor para ser transmitido ao aluno.

Esta talvez seja a dificuldade maior para que transformações necessárias se instalem no processo de trabalho pedagógico, embora elas já tenham se inserido em quase todas as instâncias do cotidiano das pessoas. A organização escolar opera no mundo dos significados, dos sentidos, da construção simbólica, e opera de forma sistemática, regular, intencional, daí a potencialidade de suas intervenções tanto quando preconizam a transformação como quando preconizam a manutenção das concepções. As transformações culturais não se dão tão depressa quanto as transformações na ciência e na tecnologia, mesmo quando estas implicam uma de suas dimensões básicas, como é o caso das formas de comunicação. Pois a mesma potência que tem a comunicação para transformar opinião tem também para manter a já estabelecida. Ou seja, esta mesma potência – a comunicação – pode ser usada tanto para manter as concepções e os valores como para transformá-los. Por isso, talvez, apostar nas implicações das novas TCD como vórtices para a transformação pedagógica pode ser uma aposta enriquecedora do processo ensino-aprendizagem, se ele comportar a necessidade intrínseca da mudança pedagógica. Do contrário, pode-se usar uma tecnologia avançada apenas para sedimentar o velho modelo. Esse é um risco para o qual se deve ficar atento. Ou seja, uma transformação conceitual não ocorre tão rápido como uma transformação técnica. Esse descompasso, que é muitas vezes a base das crises culturais no sentido filogenético, é também a base da crise num processo de aprendizagem no sentido ontogenético.

Além da cultura estabelecida, outras dificuldades precisam ser enfrentadas. Dificuldades de ordem organizacional, tanto no sentido de alterações curriculares, como de formação dos professores e de infra-estrutura. Uma de ordem da formação a ser enfrentada prioritariamente é a necessidade de trabalho em equipe, de operação cooperativa. A transformação necessária não pode ser realizada pelo professor isolado e sim pelo corpo docente do curso associado aos administradores, aos técnicos informaticistas e aos alunos, certamente. A transformação na mediação dos processos de ensino requer uma nova concepção e organização curricular, uma infra-estrutura atualizada tanto em relação a espaço físico como a equipamentos técnicos. (Apêndice V, DV34 1:24:45)

Portanto, para transformar a ambiência e implementar uma nova cultura pedagógica não é suficiente equipar e manter atualizados os laboratórios de informática, adquirir *softwares* de última geração, desenvolver aplicativos pedagógicos sofisticados, informatizar as salas de aula equipando-as com um computador ligado em rede, mas é necessário construir uma rede cooperativa entre os envolvidos no processo de trabalho pedagógico, articulada por uma proposta pedagógica que atue como um *plano imanente*³⁷. Esta fase inicial de investigação nos indica que se fazem necessárias e urgentes na Ambiência Pedagógica inferências radicais, que construam espaços atuais e espaços virtuais, onde se opere de modo científico e cooperativo na construção de uma proposta pedagógica mediada por recursos informatizados que dê conta de constituir um Movimento de Aprendizagem na emergência da nova cultura - da cultura que opera como um plano de imanência nos espaços da comunicação digital.

Os professores estão transformando seu fazer em um processo de ensino-pesquisa, pois ao mesmo tempo que organizam suas aulas, investem também em investigar seus próprios modelos de ensino e criar alternativas desenvolvendo os recursos informatizados. Os APDs estão sendo desafiados a saírem de estado de passividade e receptividade para uma posição de ação, de iniciativa e criação. “*Um modo de entender o que está acontecendo é dizer que estamos nos movendo de uma cultura de cálculo para uma cultura de simulação*” (Turkle, 1997, p.20)

³⁷ **Plano Imanente:** uma força, uma potência que opera em todas as dimensões e se faz subjacente às ações sejam de caráter conceitual ou operacional.

3. O Sistema SEstat e a Mediação Pedagógica

A observação está ocorrendo num movimento indiviso envolvendo essas abstrações comumente chamadas de 'Ser humano' e de 'objeto' para o qual ele está observando.

Bohm

No segundo plano desta pesquisa se fez uma leitura preliminar ou um reconhecimento dos sistemas em desenvolvimento no Projeto Piloto MEC/SESu para informatização do ensino nas engenharias e suas implicações nas transformações da Ambiência Pedagógica no CTC/UFSC.

Neste momento, atendendo à indicação da necessidade de uma observação de caráter vertical para se avaliarem as implicações dos recursos informatizados no Movimento de Aprendizagem, procedeu-se a uma análise mais detalhada de um dos subprojetos reconhecidos na fase anterior. Os cinco subprojetos oferecem um amplo desafio para uma análise pedagógica vertical. Mas como não seria factível uma avaliação em todos, em razão de tempo e mesmo de condições objetivas, foi necessário escolher um, considerando que para uma análise razoável, além de apreender do *software* suas características, interface e elementos tecnológicos, a investigação proposta requer um razoável domínio também na área de conhecimento específico para a qual o sistema foi desenvolvido.

Frente a estas considerações e dada a maior proximidade com a área de conhecimento, bem como a manifestação de interesse da equipe de desenvolvimento em ter uma avaliação pedagógica mais profunda, elegeu-se o SEstat para uma análise mais detalhada das implicações pedagógicas de seu desenvolvimento e utilização.

Para dar conta desse propósito fez-se inicialmente um novo estudo de reconhecimento do sistema através de entrevista e de análise detalhada do SEstat, para apreender melhor seus objetivos, seus elementos básicos, bem como o potencial pedagógico e o sistema operacional como um todo. Esse reconhecimento mais profundo foi feito no laboratório, acompanhado pela equipe de Informaticista e pelos professores que desenvolveram o *software*.

“Esse software, na concepção inicial, explora uma técnica de Inteligência Artificial no desenvolvimento de um sistema especialista para ser utilizado no ensino. Basicamente teve um especialista que disponibilizou seu conhecimento de Estatística e de prática pedagógica. Essa concepção foi elaborada em 92 mais ou menos. Hoje, além do conteúdo ou o conhecimento do professor estar no software, o software busca oferecer níveis diferenciados de conhecimento. A evolução deste sistema vai na direção de simular cada vez mais a análise de um mundo mais complexo e completo (mais próximo da realidade) – multivariado. Está sendo desenvolvido com os pesquisadores do Departamento INE envolvendo alunos de graduação e de pós-graduação em computação (NASSAR, 2001, Apêndice V, DT234).

O SEstat, segundo CECHINEL et al. (1999), contém o conhecimento já elaborado pelo professor. O *software* expressa o raciocínio do professor além de oferecer um *Help* e um módulo de cálculo. Ou seja, o *software* oferece três níveis de conhecimento: o conceitual no *Help*, o sistema de processamento do *Statistica* 6.0, ou seja, a partir do próprio raciocínio estatístico e a mediação presencial e virtual e com os Professores.

O SEstat é um sistema Especialista desenvolvido no modelo de simulação em linguagem digital³⁷ para ensino de Estatística. Representa um sistema de análise de dados. Constata-se nas observações, entrevistas e análise de relatório que o SEstat tem um propósito pedagógico inovador e flexível que permite observações significativas em relação ao objetivo da pesquisa. A equipe que desenvolveu o projeto investe no seu aprimoramento pedagógico. Ver detalhes sobre o sistema em CECHINEL et al., 1999, no Anexo I ou <http://www.ine.ufsc.br/SEstat/>

³⁷ *Simulação digital*: é a representação de um fenômeno, experiência ou cálculo através de expressões matemáticas em um sistema informatizado. Expressão análoga à terminologia de Ton de Jong in: *Computer Simulations*. Concernente também com a categoria de software definida por Garry Shirts <http://ifets.ieee.org/discussions/discuss.html> do Simulation Training Systems., California.07/2000

3.1. Mediação Pedagógica e o SEstat: Primeira Aproximação: MPG1

Como fornecer os meios de compreender, isto é, de tomar as pessoas como elas são, senão oferecendo-lhe os instrumentos necessários para os apreender como necessários, por deles necessitar, relacionando-os metodicamente às causas e às razões que elas têm de ser como são?

Pierre Bourdieu

Após a fase de reconhecimento da ambiência e de análise do SEstat, procede-se a uma observação sistemática de sua aplicação no ensino de Estatística.

O aprofundamento da investigação se faz no SEstat por ser este um *software* que está em desenvolvimento; tem como propósito pedagógico a aprendizagem de um determinado conteúdo no sistema; a equipe de produção está aberta à parceria e ao diálogo; é um sistema especialista desenvolvido com base nos recursos de Inteligência Artificial (IA) e propõe uma aprendizagem de estatística através da simulação de um sistema de análise de dados.

Após o reconhecimento da Ambiência de Aprendizagem (AP) desenvolve-se a investigação propriamente dita em três dimensões diferenciadas em extensão e profundidade.

Na primeira dimensão desta fase, denominada de Mediação Pedagógica 1 (MPG1), fez-se uma série de observações dirigidas em uma turma. Dois professores trabalharam com quatro modalidades de ensino: Macroaulas (Ma), Sessões de Laboratório (SL), Seminários (Sm) e Desenvolvimento de um Projeto de pesquisa (Pp). Isso permitiu identificar, razoavelmente, o tipo de abstração que os Aprendentes alcançaram em cada modalidade de ensino.

Na segunda dimensão, identificada como Mediação Pedagógica 2 (MPG2), obedecendo aos mesmos procedimentos porém desdobrando e ampliando os focos de observação, os estudos foram realizados com duas turmas, com os mesmos professores atuando juntos em cada turma. Nesta fase se deu continuidade ao registro e análise dos diferentes níveis de aprendizagem alcançados pelos APDs nas diversas modalidades de ensino, que nesta MPG sofrem algumas alterações em relação à MPG1. Entretanto, em função dessas alterações e de contingências geradas pela dinâmica das interações de um

processo em transição, as observações feitas nessas duas turmas não lograram a consistência esperada nas respostas para se poder acompanhar a dinâmica do Movimento de Aprendizagem.

Na terceira dimensão, na Mediação Pedagógica 3 (MPG3), se alcançou uma leitura mais sistemática e consistente das respostas em relação às questões investigadas, garantindo condições para uma análise com maior propriedade. Nesse momento foram observadas duas turmas. Uma utilizando o sistema SEstat como recurso informatizado e outra utilizando o modelo convencional de ensino. As duas turmas estavam sendo trabalhadas pelos mesmos professores e na mesma disciplina. Nesta MPG pode-se verificar com maior rigor os diferentes Movimentos de Aprendizagem alcançados pelos APDs nas diferentes modalidades de ensino, e diferentes propostas pedagógicas, confirmando algumas evidências das fases anteriores e levantando outras de significativa importância. É dessas evidências que se extraem subsídios para a construção de alguns princípios e critérios pedagógicos básicos para orientar o desenvolvimento e a utilização de recurso informatizado no processo de aprendizagem, denominada de *Taxionomia para mediação pedagógica em Tecnologia de Comunicação Digital*.

A análise de cada MPG que segue desdobra-se em três questões: a) *a Ambiência da Aprendizagem*, que trata de relatar a organização pedagógica e a composição do Desafio Pedagógico; b) *análise da Aprendizagem observada na MPG*, que relata as observações e as análises das relações que se estabelecem entre seus atores e suas múltiplas implicações, singularmente as envolvidas com o desenvolvimento e utilização de *software*; c) *inferências parciais* sobre as implicações da Modalidade de Ensino no Movimento de Aprendizagem em cada MPG.

3.1.1 A Ambiência da Aprendizagem na MPG1

Esta dimensão de observação na Medição Pedagógica 1 (MPG1) se realiza em uma Ambiência de Aprendizagem concebida e mediada por dois professores para desenvolver um processo de aprendizagem mediado pelo SEstat. Esta fase se desenvolve numa turma de alunos de quinta fase dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica. Os professores definiram como objetivo para a disciplina de Estatística nessa turma o seguinte: Realizar descrição e análise estatística de dados utilizando como apoio o SEstat.

A Ambiência da Aprendizagem na MPG1 tem um contorno traçado pelo plano de curso porém o seu desenvolvimento extrapola as previsões. O desenvolvimento dos trabalhos segue do plano uma distribuição de tempos e modalidade de ensino com um objetivo muito claro, expresso também no questionário preenchido pelos professores (Apêndice V, DS10 e 11).

O propósito dos professores com o uso de recursos informatizados nessas disciplinas é:

- Melhorar o processo ensino-aprendizagem
- Otimizar o tempo empregado no processo de ensino
- Atualizar informações
- Experimentar novos processos de aprendizagem
- Provocar mudança no paradigma pedagógico
- Identificar mudança cultural em relação ao uso dos recursos informatizados no ensino
- Possibilitar mudança curricular nos cursos.

Os professores iniciam seu trabalho aplicando um pré-teste para verificar o nível de conhecimento dos APDs a respeito dos conteúdos que seriam trabalhados.

O processo pedagógico em si obedece a uma metodologia que se divide em praticamente quatro Modalidades de Ensino (ME): Macroaulas (Ma), Sessões de Laboratório (SL), Seminários (Sm) e Projeto (Pp).

A modalidade de Ma ocupou aproximadamente 33% da carga horária do curso. A Ma constituiu-se em aulas expositivas informando sobre definições, métodos e

instrumentos básicos da Estatística, as quais foram ministradas em salas de aula convencionais com apoio de retroprojektor, PowerPoint, quadro-giz, segundo um ritual didático convencional: retomada dos pontos da aula anterior; colocação do objetivo da aula do dia; exposição sistemática do tema (Apêndice V, DV1).

O *software* utilizado no laboratório é o Sestat, que foi desenvolvido especialmente para o ensino de estatística. Este *software* tem uma estrutura dividida em módulos: o módulo de Treinamento e o módulo Avançado. As Sessões de Laboratório (SL) de informática tiveram uma duração aproximada de 33% da carga horária, incluindo os Seminários. Nessas sessões os APDs foram levados ao laboratório e após uma exposição inicial, retomando as definições de estatística e a origem da base disponível no sistema, os Aprendentes, organizados em equipe de três ou quatro APDs, trabalharam explorando os recursos do *software*, inicialmente no módulo Treinamento (CECHINEL, et al, 1999). O laboratório dispõe de 16 computadores projetado para atender 35 APDs atendidos neste caso por dois professores. (Apêndice V, DS103)

O Módulo de Treinamento conduz o APD a explorar o sistema passo a passo, além de oferecer constante *Feedback* e um *Help* com definições e explicações complementares. O SEstat oferece ao APD os conceitos estatísticos fundamentais:

a) Básicos – tais como nível de significância, escala de mensuração de variáveis, variáveis dependentes, variáveis independentes;

b) Interpretativos – que apóiam o usuário na interpretação dos resultados estatísticos oferecidos pelo SEstat.

Em relação à interface, o processo consiste em recolher do usuário as informações que serão processadas pelo sistema, como por exemplo o nome e a mensuração das variáveis a serem analisadas. Mostra ao usuário a evolução do sistema, assim como as soluções obtidas e as respostas às perguntas feitas pelo usuário.

O Módulo de Treinamento trabalha com uma base de dados fixa (já conhecida pelo sistema) e confere ao sistema condições de identificar respostas do usuário assim como alertá-lo sobre possíveis erros. A cada interação do usuário com o SEstat, o módulo de

Treinamento intervém fazendo comentários a respeito da resposta que foi dada em relação a acertos ou fornecendo explicações para os erros.

Desta forma, o APD que não tiver conhecimento estatístico pode utilizar o módulo Treinamento para aprender os conceitos estatísticos básicos e depois desenvolver a sua aprendizagem no módulo Avançado. Neste ele pode analisar uma base de dados original criada por ele ou por sua equipe. O módulo Avançado tem a mesma interface do módulo Treinamento, mas a base de dados é flexível, ou seja, o APD pode trabalhar com sua própria base de dados, fazendo opções sobre variáveis, métodos e hipóteses.

Nesta dimensão da pesquisa, além das constantes observações e registros, no decorrer do processo foram escolhidos aleatoriamente dez APDs para um acompanhamento mais detalhado de seu Movimento de Aprendizagem. As observações do Movimento de Aprendizagem desses Aprendentes foram acompanhadas a partir de um Mapa Conceitual (MC01) e um Mapa Cognitivo (MG01). No mapa conceitual se distribuem os diferentes conteúdos da disciplina em diferentes Desafios Pedagógicos segundo os níveis de abstração, e no Mapa Cognitivo (MG01) na mesma versão se registrou o desempenho dos APDs em relação às diversas modalidades de ensino. (Mapas Apêndice V)

O MC01 foi elaborado a partir dos DPGs identificados no plano, no pré-teste e nas conversas com os professores. O Mapa Conceitual é a organização dos conteúdos e dos objetivos pelo tipo de abstração exigido e indica a extensão e a profundidade dos diferentes DPGs propostos na disciplina e oferecidos pelos professores diretamente, ou disponibilizado no sistema para cada situação de aprendizagem. As questões ou objetivos que compõem o Mapa Conceitual (MC01) contemplam os conteúdos básicos a serem aprendidos nessa ambiência e se referem aos princípios e métodos básicos da análise estatística. Resumidamente são: 1) Base de dados estruturada; 2) Variáveis quantitativas, qualitativas, dependente, independente, nominal, ordinal média e desvio padrão; 3) Nível de significância; probabilidade; 4) Homocedasticidade; método de descrição e análise: definição de amostra e população; 5) Testes de hipótese (Wilcoxon, Pearson); procedimentos de decisão; 6) Seleção e aplicação de procedimentos estatísticos, variância e normalidade; 7) Grupos de procedimentos paramétrico e não-paramétrico; 8) Seleção de

tipos de procedimentos; 9) Interpretação de dados e decisão; 10) Estruturação de dados, interpretação e análise; inferência e proposição. Esses conteúdos foram agrupados e classificados segundo o tipo de abstração exigido pelo DPG e analisados em cada modalidade de ensino.

O nível de Aprendizagem foi classificado de acordo com a exigência das questões de conteúdos ou dos objetivos em relação ao tipo de abstração possível de ser atingido nas respostas, constituindo dez tipos de Desafios Pedagógicos nessa Mediação.

- DPG A.1 Recordações e reconhecimento de definições estudadas;
- DPG A.2 Faz associações entre diversas definições estudadas;
- DPG A.3 Reconhece os conceitos em outras situações;
- DPG A.4 Transpõe a lógica de sua análise para outra situação;
- DPG A.5 Utiliza o que aprendeu em outra situação;
- DPG A.6 Aplica critérios pertinentes ao analisar novos dados;
- DPG A.7 Transforma dados em resultados estatísticos;
- DPG A.8 Interpreta os resultados estatísticos;
- DPG A.9 Condições de realizar o diagnóstico de uma realidade;
- DPG A.10 Interpreta a lógica da estrutura do diagnóstico e a explicita num relatório.

Após essa classificação dos DPGs de acordo com a exigência de cada item, fez-se uma segunda classificação com base na epistemologia genética de Jean Piaget, conforme os tipos de abstração, definindo-se o nível de exigência cognitiva imanente em cada DPG.

Cabe lembrar que por DPG – Desafio Pedagógico neste estudo se entende não só o elenco de conteúdos mas todos os elementos e fatores que se implicam na Ambiência de Aprendizagem.

Para registro dos Movimentos de Aprendizagem no Mapa Cognitivo, além das observações feitas diretamente no processo, somou-se uma entrevista com os APDs selecionados.

No Mapa Cognitivo registra-se o Movimento de Aprendizagem através do nível das respostas dos APDs e sua correspondência em cada tipo de abstração: Abstração Empírica, Abstração Pseudo-Empírica e Abstração Reflexionante. Para isso considerou-se o seguinte:

- Ações para o tipo de Abstração Empírica: recordação e reconhecimento das definições estudadas; associação entre diferentes definições estudadas. Nesse tipo o sistema possibilita ao APD operar *a partir de uma base de dados pré-elaborada*, reconhecendo na base estruturada as definições estudadas e fazendo associações adequadas.
- Ações do tipo de Abstração Pseudo-Empírica: reconhecimento do conceito em outras situações; transposição de uma lógica de análise para outra situação semelhante; utilização do aprendido em outra situação semelhante. Nesse tipo o APD tinha condições de fazer escolhas de variáveis, aplicando procedimentos adequados à análise que se propunha; transformar a base de dados em resultados estatísticos; descrever os resultados estatísticos; utilizar o que aprendeu no módulo Treinamento para fazer análise no módulo Avançado.
- Ações para o tipo de Abstração Reflexionante: interpretação de resultados estatísticos; realização de diagnóstico de uma realidade; interpretação da lógica de uma estrutura; avaliação; inferência e proposição em qualquer situação nova. Nesse tipo de Abstração o APD cria uma base de dados reais, e no modelo Avançado realiza o diagnóstico de uma realidade; interpreta os resultados estatísticos; interpreta a lógica da estrutura do diagnóstico; faz inferências e proposições.

As observações do Movimento da Aprendizagem foram classificadas pelas ações dos alunos de acordo como os tipos de abstração, em cada modalidade de ensino, numa escala constituída nos seguintes níveis:

- Aprendeu Plenamente (PL) quando a resposta do APD Indica que ele compreendeu o sentido do conteúdo e é capaz de utilizá-lo em qualquer situação.
- Aprendeu Relativamente (RL) quando a resposta do APD indica que é capaz de usar os conceitos em algumas situações.
- Aprendeu Parcialmente (PC) quando a resposta do APD indica que é capaz de usar os conceitos raramente e em situações semelhantes.
- Não Aprendeu (NR) quando a resposta do APD indica que ele não reconhece o conceito em nenhuma situação. (MG01)

Os resultados coletados nesse Mapa complementam-se com as observações sistemáticas registradas em outros PTOs e entrevistas feitas com os atores³⁸ no processo.

3.1.2 Análise da Aprendizagem Observada na MPG1

Observando o Movimento de Aprendizagem desse grupo de APDs na MPG1 busca-se verificar até que ponto a Modalidade de Ensino – Sessões de Laboratório – que define sua Ambiência pelo uso do *Software* SEstat implica, de forma diferenciada, em relação às demais modalidades no Movimento de Aprendizagem.

Analisando-se os PTRs de observação na Modalidade de Macroaula observa-se que os Professores explicam os conteúdos, desenvolvendo uma exposição centrada no seu raciocínio, e de vez em quando perguntam aos APDs. Os APDs não respondem, quando muito comentam em voz baixa entre eles alguma coisa. “*Um aluno responde tudo, porém baixinho para o seu colega.*” Na exposição o Professor utiliza, como apoio, quadro-giz ou transparências. A exposição fica centrada no raciocínio do Professos, abrindo-se algumas perguntas, que na maioria das vezes são respondidas pelos próprios Professores; raramente o APD ensaia uma resposta. (Apêndice V, DS101, 104 e 201)

No desenvolvimento da MPG1, na modalidade Macroaula, as relações estão acentuadamente no modelo de relações unilaterais. Os Desafios Pedagógicos (DPG) são didaticamente corretos, mas não se tem condições objetivas para perceber em que nível os APDs estão operando, pois se o fazem restringem-se a uma reflexão subjetiva. Observa-se que os Aprendentes registram o raciocínio que os Professores desenvolvem no quadro-giz, porém não se consegue alcançar qual é o seu raciocínio sobre a coisa.

Nas Sessões de Laboratório se estabelece um tipo diferente de relação: uma relação de colaboração e às vezes mesmo de cooperação. Geralmente um dos Aprendentes com um pouco de conhecimento de computador assume a atividade, descobrindo os recursos e funcionamento do sistema, e os demais observam, ensaiando algumas sugestões. Nesta fase os Aprendentes avançam basicamente pelo exercício ensaio e erro. Não param muito para reconhecer os conceitos para depois selecionar as opções. Vão ensaiando até acertar. - *Você*

³⁸ *Atores*: todos os agentes cognitivos, seres vivos e artefatos técnicos (Assmann, 1998).

já viu isso, não? – Sim, a professora falou na outra aula mas eu não lembro mais.
(Apêndice V, DS 105)

No início de cada Sessão de Laboratório, que tem duração de três aulas, os professores faziam uma breve exposição retomando as definições, especialmente aquelas que deviam ser tratadas nesse período, e depois colocavam um desafio. “*Este raciocínio (o do SEstat) está trabalhando com classificação de variáveis, em QT e QL. Utilizando o modelo Treinamento do sistema proponham uma relação entre as variáveis*”. Os Aprendentes selecionavam duas variáveis e simulavam uma análise. O sistema dá o feedback. O APD refaz se deu erro. Nem todos os alunos se contentam em explorar o módulo aprendiz e querem ir além. Uma das APDs quer trabalhar com o seu banco de dados imediatamente. Outra equipe encontra um problema no acesso ao SEstat. Uma equipe se distrai na Internet porque o sistema não funciona no seu computador. Os professores se preocupam em saber se todos estão trabalhando. Frequentemente retomam, e expõem novamente algumas definições, chamando a atenção dos APDs para a questão do tamanho da amostra e da diferença entre uma variável qualitativa e uma variável quantitativa. Isto ilustra a diferença na dinâmica de aula expositiva e uma Sessão de Laboratório. (Apêndice V, DS 106 e 107)

Na seqüência, nas Sessões de Laboratório os APDs vão se tornando cada vez mais independentes. Cada equipe inicia seu trabalho a partir de seu foco de interesse, solicitando esclarecimento de um ou de outro professor quando necessita. Iniciam trabalho com suas próprias bases de dados explorando o módulo Avançado. Cada equipe tem um ritmo próprio de desempenho. Na 2ª SL uma equipe já estava trabalhando com sua própria base de dados. As equipes diferenciam-se nas formas de estabelecer relações. Na 5ª SL uma equipe estava de volta ao módulo Treinamento, buscando agora entender os conceitos subjacentes às variáveis. As relações que se estabelecem na equipe são mais de colaboração do que de cooperação³⁹. Um lidera e faz, os outros assistem – dividem as

³⁹ *Colaboração e cooperação*: tomando-se por referência o conceito de colaboração e cooperação em Piaget e Maturana pode-se entender da seguinte forma: a colaboração é a realização de uma tarefa em equipe, quando se dividem as atividades a serem realizadas e cada membro da equipe dá conta de resolver uma parte do problema. Na cooperação, o próprio termo indica co-operar, operar juntos. Os participantes resolvem em conjunto o problema. Isto é, não dividem o problema em partes e cada um resolve uma tarefa, e sim somam esforços na resolução compartilhada do problema. Pensam, discutem, resolvem juntos todas as tarefas.

tarefas e cada um faz uma coisa –, raramente operam juntos, discutem, analisam, decidem. As interações na maioria ficaram no limite da colaboração ou da divisão de tarefas. (Apêndice V, DS106 e 109).

A maioria dos APDs sempre que precisam de uma definição vão buscar no *Help* - parece que as sessões de Macroaulas ficaram totalmente esquecidas. Não sabem fazer a pergunta correta ao sistema, e quando o fazem não sabem ler a resposta ou interpretar o gráfico. E mesmo quando resgatam a definição raramente conseguem aplicá-la adequadamente, permanecendo no ensaio - erro e acerto. “*Vocês não estão conseguindo raciocinar, vejam... a importância da amostra... o tipo de amostra*”. A Professora retoma ...explica...pergunta..., mas não obtém resposta. O movimento da aprendizagem está prejudicado por um obstáculo epistemológico, diríamos na concepção de Bachelard⁴⁰. Isso é, o APD constituiu sua estrutura de raciocínio no modelo da transmissão do conhecimento como algo dado, pronto como definição. O módulo Treinamento, de certa forma, reforça esse modelo enquanto permanece no *Feedback* - ensaio e erro. Somente quando o APD é motivado a buscar no *Help* a compreensão do processo, o porquê, se está certo ou errado, é que ele começa a trabalhar com outra forma de raciocínio - o da construção conceitual. (Apêndice V, DS108)

Nos Seminários, os APDs, organizados em equipes, fazem uma breve exposição a respeito das definições apreendidas nas Macroaulas e nas Sessões de Laboratório explorando o sistema, e os professores reforçam pontos-chaves. Nesse movimento baseado na oralidade das equipes pode-se verificar, além do nível de domínio das questões, quando eles trabalharam no modelo colaborativo ou no modelo cooperativo.

Após esse período de exploração do SEstat, os APDs elaboram e desenvolvem um Projeto de Pesquisa para analisar estatisticamente uma situação real. Empregando os conhecimentos aprendidos, os APDs investigam um problema, recolhem dados e utilizam o SEstat fazendo descrição e análise estatística. Nesse momento eles avançam na exploração do sistema, passando para o módulo Avançado - empregam aproximadamente 34% da carga horária nesta modalidade. Após esta experiência os APDs elaboram um relatório

Operam ao mesmo tempo no mesmo espaço as mesmas questões, cada um trazendo o seu ponto de vista, as suas experiências, e juntos constroem a solução, ou a proposição. Mais detalhes em Catapan & Fialho (1999).

ensaiando os recursos de descrição e análise com os resultados da pesquisa. Na avaliação final esse relatório é considerado como 20% de seu rendimento. O restante dos pesos da avaliação é configurado através de provas. Essa é uma questão que exige uma reflexão pedagógica destacada, pois, de certa forma, alerta para as implicações do uso de um instrumento convencional de verificação do Movimento de Aprendizagem enquanto se quer investir num modelo inovador de ensino.

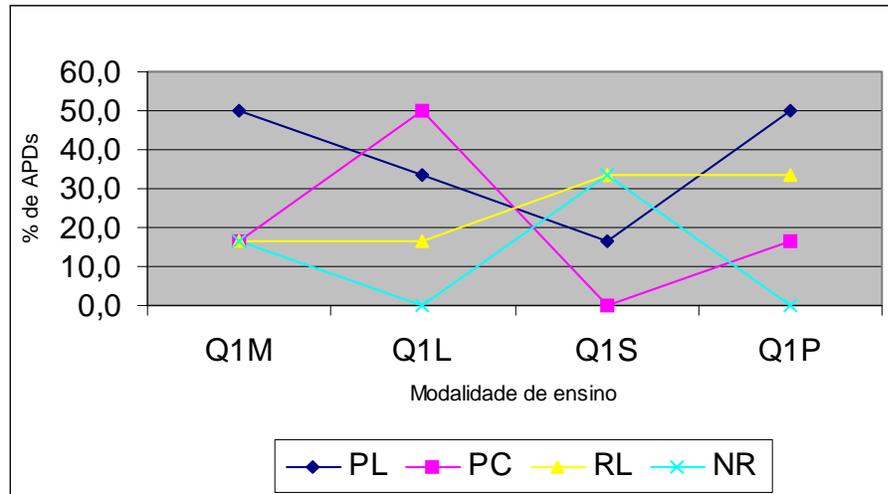
Essas observações pontuais registradas em diferentes momentos da MPG1 com todos os APDs estão concernentes com as análises dos registros no MG01, resultado das observações sistematizadas do Movimento de Aprendizagem de 22% dos APDs.

Considerando-se a diversidade dos dados coletados nesta MPG, para análise do Movimento Aprendizagem entre DPG, tipos de abstração e as questões de conteúdos, destacam-se duas questões: a de n. 1 e a de n.10. A Questão 1 para efeito de acompanhar o Movimento que parte do tipo de Abstração Empírica e se desenvolve até o tipo de Abstração Reflexionante. A Questão 10 porque o DPG está concentrado em Abstração Reflexionante, que se considera o nível ideal de aprendizagem, pois se aprofunda até a Generalização do Conceito, e contempla também os outros dois tipos, Abstração Empírica e Abstração Reflexionante.

Optou-se por estas duas questões extremas no MG01 por julgá-las adequadas para verificar em que modalidade de ensino ocorrem respostas de aprendizagem plena (PL) no tipo de Abstração Reflexionante de forma mais acentuada.

Em resumo, a análise feita com os dados deste instrumento procura verificar as implicações entre as variáveis na relação entre a categoria dos DPGs, definida pela exigência dos conteúdos em AE, AP, AR, e os níveis das respostas definido numa escala de PL, PC, RL e NR, tendo como ideal o Movimento de Aprendizagem no nível de respostas em PL, no tipo de Abstração Reflexionante nas diferentes Modalidades de Ensino.

Figura 1 Movimento de Aprendizagem nos DPGs da Questão 1 em AR em cada Modalidade de Ensino



Legenda:

- | | |
|------------------------------|-----------------------------------|
| • PL Apreendeu Plenamente | Q1M questão 1 Macroaula |
| • PC Apreendeu Parcialmente | Q1L Questão 1 Sessão Labor |
| • RL Apreendeu Relativamente | Q1S Questão 1 Seminário |
| • NR Não Apreendeu | Q1P Questão 1 Projeto de Pesquisa |

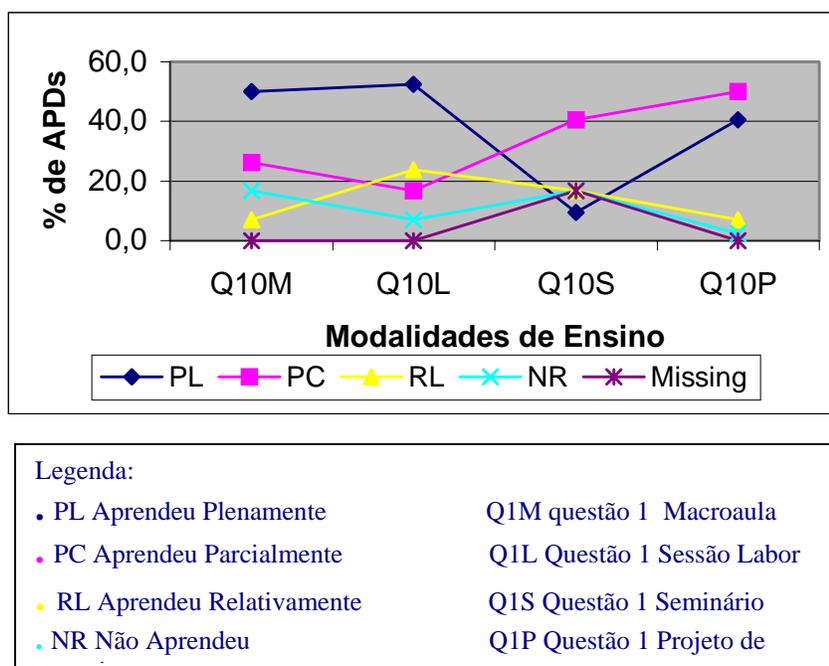
Uma análise detalhada da figura acima mostra que em relação à questão 1, no que diz respeito aos DPGs do tipo Abstração Empírica, na modalidade de Macroaulas 50% dos APDs alcançam um nível de aprendizagem PL; na Modalidade Sessão de Laboratório 33% alcançam o nível PL; na Modalidade Seminário 16% alcançam PL e na modalidade de projeto 50% também PL. (Tabela 1, Apêndice 4)

Este quadro nos leva às seguintes considerações parciais desta MPG em relação às implicações das Modalidades de Ensino nos diferentes DPGs no Movimento de Aprendizagem. Quando o DPG tem como ponto de partida o tipo de Abstração Empírica, como ocorre na condição da questão 1 na modalidade de ensino Macroaulas, por exemplo, em que o professor explicita a questão a partir do seu raciocínio, 50% dos APDs responderam no nível PL, ou seja, como tinham entendido plenamente a questão. Porém, as

dúvidas e os ensaios e erros que eles apresentam deixam uma interrogação quanto ao nível de domínio dos conteúdos apreendidos nas Macroaulas, pois 33% nas Sessões de Laboratório respondem em nível de PL e no momento dos Seminários somente 16% conseguem analisar suas hipóteses e atingir PL. Isto mostra que se perguntados imediatamente ou nos mesmos moldes das exposições dos professores eles atingem o nível PL, mas quando solicitados para demonstrar o seu próprio raciocínio realizando os procedimentos ou mesmo expondo como na modalidade Seminário eles não conseguem. Ou seja, o seu nível de aprendizagem está no limite do modelo da Macroaula. Entretanto é interessante ressaltar que quando redigem seu relatório de pesquisa 50% demonstram um nível de aprendizagem PL. Há que se observar que nesse momento estão relatando segundo o modelo indicado na exposição do professor ou no livro, e portanto seguem um raciocínio pré-elaborado. Fazendo-se uma análise mais aprofundada entre essa forma e o objetivado como aprendizagem ideal, percebe-se que embora tenham atingido o nível PL na modalidade de Macroaulas, isso não garante condições para construírem o seu próprio raciocínio – ainda não se descolaram do modelo. Pois quando se atinge o nível de Generalização do Conceito facilmente se atinge o nível de análise e proposições nos diferentes tipos de Desafios Pedagógicos.

A análise do Movimento de Aprendizagem na questão 10 no que diz respeito ao DPG do tipo AE, observada na Tabela 2 (ver em Apêndice IV), indica que na modalidade Macroaulas 50% dos APDs alcançaram o nível de aprendizagem PL; na modalidade de Sessão de Laboratório 52%, na modalidade de Seminário 9%, e na modalidade de Projeto 40% .

Figura 2 Movimento de Aprendizagem nos DPGs da Questão 10 em AE em cada Modalidade de Ensino

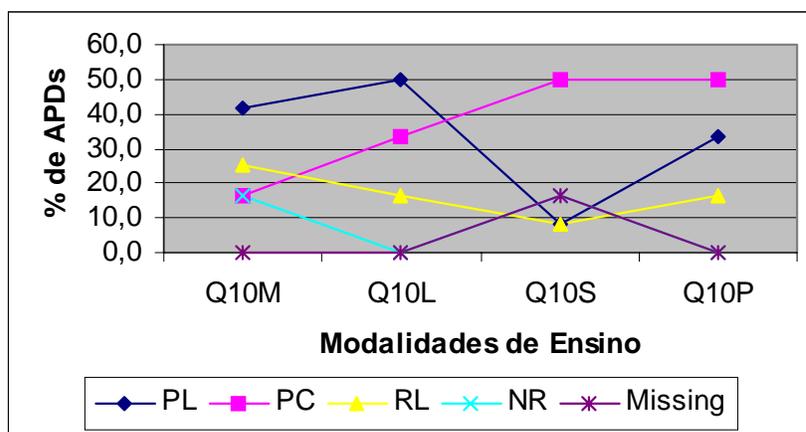


Analisando-se os resultados expressados na figura 2, e agora em DPGs, acentuadamente de nível de Abstração Reflexionante, observa-se que 50% dos APDs na modalidade Macroaulas respondem em nível de aprendizagem plena, e 52% na modalidade Sessão de Laboratório também respondem plenamente. O que intriga nesta questão é que na modalidade que exige comunicação oral, nos Seminários, apenas 16% atingem o nível pleno. Ou seja, mesmo os que nas atividades com o sistema tenham atingido um nível de desenvolvimento pleno, tenham conseguido desenvolver seu próprio raciocínio, na comunicação em Seminários não demonstram o mesmo desenvolvimento. Pode-se considerar nesta modalidade a questão inibição na comunicação oral, mas por outro lado os APD estão bem familiarizados com o ambiente e com os colegas, pois a questão 10 está sendo observada no final do semestre. Novamente fica a constatação: o uso do *software* contribui para que o APD explicita o seu raciocínio com maior propriedade do que em outras modalidades de ensino. Entretanto, fica também a observar que os APDs, quando desafiados por uma questão de nível AE, podem avançar até o nível AR, quando lhe são

oferecidas condições, não obstante a tendência cultural adversa que é de responder somente de acordo com o modelo da questão, ou no nível e no tipo em que a questão foi formulada.

Observando-se o Movimento de Aprendizagem na questão 10, no que diz respeito ao DPG do tipo Abstração Pseudo-Empírica, registrado na Tabela 3 (ver em Apêndice IV), constata-se novamente um resultado semelhante ao das respostas dadas no tipo de AE feitas anteriormente. Isto é, na modalidade de Macroaulas 41% dos APDs alcançaram o nível de aprendizagem PL; na Sessão de Laboratório 50%, na modalidade Seminário 8% alcançaram PL, e na modalidade Projeto 33%.

Figura 3 Movimento de Aprendizagem nos DPGs da Questão 10 em AP em cada Modalidade de Ensino



Legenda:

- PL Apreendeu Plenamente
 - PC Apreendeu Parcialmente
 - RL Apreendeu Relativamente
 - NR Não Apreendeu
 - Missing
- Q10M questão 1 Macroaula
 Q10L Questão 1 Sessão Labor
 Q10S Questão 1 Seminário
 Q10P Questão 1 Projeto e Pesquisa

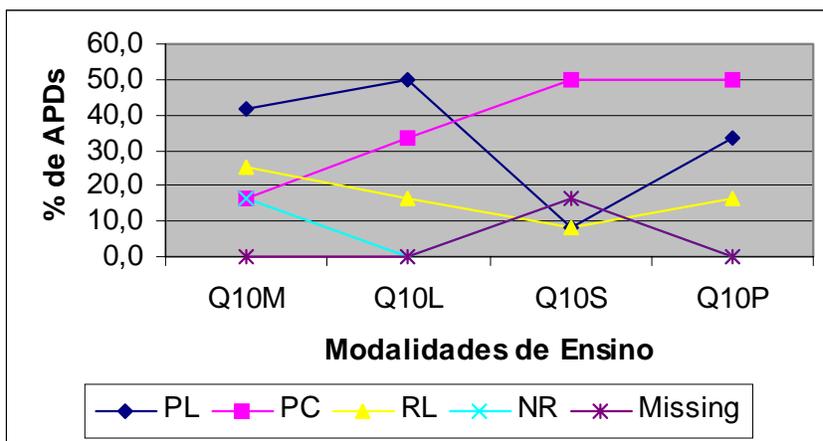
No que se observa dos resultados mostrados na figura 3 abaixo, o Movimento de Aprendizagem da questão 10 em relação aos DPGs do tipo Abstração Pseudo-Empírica estão muito próximos dos do tipo de AE. As respostas estão mais situadas como

plenamente aprendidas na modalidade de Macroaulas 41% e de Sessão de Laboratório em 50%. O melhor índice de Aprendizagem Plena está nas Sessões de Laboratório, que exigem que o aluno construa o seu próprio raciocínio explicitando-o no sistema e refletindo sobre ele. Na modalidade Seminário, que exige explicitação oral dos raciocínios e procedimentos empregados continua um índice muito reduzido: 8% dos APDs conseguem explicitar oralmente o seu raciocínio.

As exigências dos DPGs aqui analisados estão mais concentradas no tipo de resposta em AP. Isto é, exige dos APDs ações de reconhecimento do conceito em outras situações, sendo eles capazes de escolher as variáveis adequadas, aplicando os procedimentos necessários para análise de uma base de dados criada por eles. Ou seja, os APDs podem trabalhar estatisticamente seus dados, transpondo o que aprenderam no módulo Treinamento para o módulo Avançado. Os dados aqui observados mostram que o APD atingiu um determinado domínio de Aprendizagem que opera em algumas modalidades, mas não ainda em sentido de Generalização do Conceito, pois quando a Aprendizagem atinge este nível o modo do raciocínio opera em qualquer situação, respondendo a uma necessidade intrínseca do modo do aprender.

No que diz respeito ao DPG do tipo Abstração Reflexionante, acentuadamente expresso na questão 10, observa-se na figura 4 abaixo que na modalidade Macroaulas 66% alcançaram PL e na modalidade Sessão de Laboratório 66%, na modalidade Seminário 16% e na modalidade Projeto 33% alcançaram o nível de aprendizagem Pleno (Tabela 4, Apêndice IV).

Figura 4 - Movimento de Aprendizagem nos DPGs da Questão 10 em AR em cada Modalidade de Ensino



Legenda:

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| • PL Aprendeu Plenamente | Q1M questão 1 Macroaula |
| • PC Aprendeu Parcialmente | Q1L Questão 1 Sessão Labor |
| • RL Aprendeu Relativamente | Q1S Questão 1 Seminário |
| • NR Não Aprendeu | Q1P Questão 1 Projeto de Pes |

Observando a representação dos resultados pode-se concluir que quando o DPG é do tipo AR, por exemplo neste analisado da questão 10, 66% dos APDs alcançaram melhor desenvolvimento, um nível de aprendizagem plena nas modalidades de Macroaulas e Sessões de Laboratório. Entretanto, há que se considerar o tipo de resposta analisada para levantar esse índice. Nas Macroaulas as respostas solicitadas são similares às da exposição do professor, seja em modelo de exercício ou provas. E nas Sessões de Laboratório as respostas solicitadas são no modelo de desenvolvimento de raciocínios e procedimentos de análise estatística, bem mais complexo. Portanto o nível do Movimento de Aprendizagem PL para as Sessões de Laboratório é mais complexo do que o exigido como Aprendizagem PL nos exercícios e provas, em que se observa o resultado de um raciocínio e não a dinâmica do processo como um todo quando este se desenvolve no sistema. O que intriga ainda neste ponto de análise é que a questão 10 nos DPGs tipo AR estão sendo

desenvolvidas no final do semestre e ainda é muito baixo o nível de aprendizagem demonstrado nos Seminários. Ou seja, quando se trata de explicitar oralmente um raciocínio ou um procedimentos, os APDs não conseguem o mesmo desempenho que conseguem quando estão operando no *software* em equipe, mesmo tratando-se de DPGs similares, do mesmo nível de exigência. Considera-se que um fator limitante pode ser a inibição da equipe para falar em público, ou mesmo a falta de cultura dos APDs no sentido de exporem suas idéias e seu raciocínio.

3.1.3. Inferências⁴¹ Parciais nas Implicações da Modalidade de Ensino e o Nível de Aprendizagem na MPG1

Nas quatro questões em destaque na figura acima, o índice PL (Apreendeu Plenamente) nas Macroaulas foi 50%, 50%, 41% e 66% respectivamente. Nas Sessões de Laboratório foi de 33%, 52%, 50% e 66% respectivamente. O menor índice de PL nas quatro questões em destaque foi na modalidade Seminário: 16%, 9%, 8% e 16% respectivamente. Nos Relatórios de Pesquisa o índice de Aprendizagem plena fica mais próximo do das Macroaulas: 50%, 40% 33% e 33% respectivamente.

Dessa maneira pode-se visualizar duas modalidades de ensino que garantem o melhor índice de aprendizagem: Macroaulas e Sessões de Laboratório. Entretanto, considerando sempre o tipo de abstração exigido para as respostas em vista do modo como o Desafio Pedagógico foi organizado, pode-se concluir que o nível de aprendizagem em PL em Macroaulas é de menor profundidade e complexidade que o nível de aprendizagem plena em Sessões de Laboratório.

Nas sessões de Laboratório o DPG oferece condições de o APD escolher de onde quer partir e até onde quer avançar, pois todos os elementos e recursos estão disponíveis no mesmo ambiente. Na modalidade Macroaulas o modo do desenvolvimento difere em relação ao tipo de Abstração, porque na Macroaula o professor oferece a cada passo uma

⁴¹ *Inferência*- Neste caso empregada no sentido dado por Jean-Blaise Grize, 1998, do Centro de Pesquisa semiológica - Universidade de Neuchâtel – Suíça. As inferências param então de ser relações entre puras proposições para ser relações entre essas espécie particular de signo que são as imagens mentais e os objetos percebidos e representados, trazendo a sua riqueza própria, organizada e coordenada na estrutura mais avançada do pensamento do sujeito.

informação e a resposta é cobrada também por etapas, fragmentada. Esta modalidade é concernente com a cultura escolar dos APDs, facilitando uma aprendizagem plena porém nesse modelo de resposta. Nas Sessões de Laboratório o APD pode desenvolver seu próprio raciocínio partindo de qualquer um dos DPGs, escolhendo os procedimentos para fazer sua análise estatística e alcançando maior profundidade e complexidade enquanto opera no sentido de coordenação de ações. Nas Sessões de Laboratório mediadas pelo *software*, o APD alcança o domínio do todo da operação, sendo então capaz de fazer não só reconhecimento de definições e descrição dos procedimentos, mas também desenvolver o procedimento, fazer a análise dos resultados estatísticos e fazer ainda proposições.

Quando o APD redige seu relatório de pesquisa está novamente seguindo o modelo convencional, por etapas e por resultados de cálculos e procedimentos. Observa-se por exemplo que quando o DPG é do tipo Abstração Empírica, tanto na modalidade Macroaulas como na modalidade de RdP mais de 50% alcançaram o índice ideal PL. Isto mostra que ocorre uma relação paralela em nível de abstração quando se trata da modalidade de aulas expositivas e de redação de resultados.

Na análise da questão 1, na qual os DPGs são preponderantemente do tipo AE, na Sessão Laboratório 33% dos APDs responderam PL em nível de AR.. Isto quer dizer que a modalidade Sessão de Laboratório *mesmo quando o DPG inicial está em AE, as respostas dos APDs, se lhes forem oferecidas as condições, vão além, podem alcançar um desenvolvimento do tipo AR*. Significa dizer que quando eles têm condições disponíveis na Ambiência Pedagógica, podem desenvolver sua aprendizagem através de seu próprio ritmo e raciocínio, operando conforme seu interesse, conforme o significado dos DPGs encontrados no *software* ou instigados pelos professores nas interações que se estabelecem.

Considerando, portanto, que as questões analisadas 1 e 10 atendem enquanto DPG aos diferentes tipos de Abstração, pode-se fazer algumas inferências que se remetem a novas questões.

A Ambiência Pedagógica constituída pelo tipo do DPG que se desenvolve em uma determinada modalidade de ensino implica diretamente no desenvolvimento da Aprendizagem. Entretanto, cada um dos sujeitos APD e cada uma das equipes reagem de forma e em ritmos diferentes na mesma ambiência de aprendizagem, confirmando o

pressuposto de que o movimento cognitivo dos indivíduos depende do DPG e dos esquemas e estruturas anteriormente construídos como resultado de suas experiências.

A modalidade de ensino definida pela Ambiência Pedagógica, ou seja, pela forma de interação proposta em um dado DPG, pode provocar respostas em diferentes tipos de abstração, embora dependa também do desenvolvimento cognitivo do APD. Entretanto, quando se oferece uma ambiência limitada, limita-se de certa forma também o tipo de resposta. Por isso uma Ambiência Pedagógica precisa dar conta da complexidade do modo do conhecer e permitir inúmeras alternativas ao APD, que pode superar seus limites potencializando suas condições de possibilidades de aprender.

Raramente as respostas ultrapassaram o nível de exigência estabelecido no DPG, nas diversas modalidades de ensino, com exceção das Sessões de Laboratório. Ou seja, a medida da aprendizagem é limitada quase sempre pela medida do DPG colocado; se o DPG for organizado de forma complexa as respostas podem ser também de maior profundidade e complexidade. Lembra-se que por DPG neste caso compreendem-se não só os aspectos de conteúdo mas os elementos do processo de ensino-aprendizagem organizado e oferecido pelo professor diretamente, ou disponibilizado no sistema para cada situação de aprendizagem.

Entretanto, nesta MPG, não obstante a mediação pelos SEstat, observa-se que a organização do processo de ensino se faz por etapas bem demarcadas e repetidas nas diversas modalidades. Ou seja, o APD primeiro recebe uma dose de conteúdos, depois aprende a usar o *software* e depois, no final do semestre, vai trabalhar com dados de sua base própria no sistema. Mesmo sendo essa MPG mediada por um sistema de simulação, os DPGs estão ainda demarcados por uma abordagem pedagógica mais voltada a um processo de aprendizagem razoavelmente hierarquizado e fragmentado – organizado por etapas. Percebe-se uma dicotomia entre o propósito pedagógico organizado por etapas, fragmentado, e o sistema de simulação que oferece uma abordagem complexa e flexível ao APD. Entretanto, observando-se alguns resultados da análise da MPG1, constata-se que nem todos os APDs, na primeira Sessão de Laboratório, limitam-se a operar no módulo Treinamento. Isto é, a explorar a base de dados que lhes é oferecida como modelo de análise. Este modelo tem como ponto de partida o caráter informativo, descritivo, embora

permita fazer associações e comparações; está limitado a dados oferecidos, observáveis, e os procedimentos estão predefinidos, dirigidos por um *feedback* que age em *background*. Alguns APDs vão diretamente para o módulo Avançado, operando com sua própria base de dados, mostrando que, embora o DPG esteja limitado, quando dadas as condições operacionais o APD avança segundo o seu nível de abstração em relação à questão.

Essa e outras inferências que permeiam esta análise de resultados parciais da pesquisa ficam como indicações para os próximos passos deste estudo, como:

- Explorar recursos informatizados, mesmo os mais avançados, por si só não garante uma abordagem pedagógica inovadora; faz-se necessário um plano pedagógico também avançado.
- As práticas pedagógicas analisadas nesta MPG representam uma abordagem diferenciada da maioria das práticas pedagógicas conhecidas, embora ainda estejam claramente num estágio de transição entre práticas convencionais e práticas inovadoras.
- As relações que se estabelecem entre os atores estão na maioria centradas no modelo colaborativo. Acredita-se que faz parte do histórico cultural dos sujeitos.
- Essa MPG, principalmente as Sessões de Laboratório, foi mediada por dois professores, portanto uma situação singular em relação às demais práticas pedagógicas que se desenvolvem no CTC.
- Os frequentes problemas com o *software* muitas vezes prejudicaram a aprendizagem, alterando o ritmo do trabalho, dificultando o acesso às informações necessárias, atrasando tarefas, desviando o interesse dos APDs. Essa perturbação indica as implicações referentes à infra-estrutura, ou seja, aos recursos de informática necessários no laboratório não só para o desenvolvimento mas também para a utilização do *software* no ensino.
- Analisando-se as observações nos diferentes PTRs, e principalmente as reuniões de equipe que se realizaram, com uma certa regularidade, após cada período de aula, constatou-se que o processo de análise dessa MPG provocou uma profunda transformação não só no modo do olhar da pesquisadora como no modo de os professores organizarem e desenvolverem os DPGs incluindo as atualizações realizadas no próprio *software*.

Esta MPG foi acompanhada no decorrer de um semestre e as observações foram registradas de forma escrita, gravadas em fita cassete ou em vídeo, perfazendo um total de 12 PTRs - 9 DS, 2 DT e 1 DV ver Apêndice V. Esse material foi trabalhado da seguinte forma:

- Os DS (protocolos escritos), depois de analisados, tiveram seus resultados registrados em mapas cognitivos.
- Os DT (protocolos gravados em teipe) foram ouvidos, analisados e codificados.
- Os DV (protocolos gravados em vídeo) foram vistos, revistos, analisados e decupados.

Além desses documentos serviram também de apoio à análise relatórios, pré-testes, pós-teste, participação em seminários e discussões com a equipe de professores e Informaticista.

3.2 Mediação Pedagógica e SEstat: Segunda Aproximação: MPG2

Um rizoma não começa nem conclui, ele se encontra sempre no meio, entre as coisas inter-ser, *intermezzo*. A árvore é filiação, mas o rizoma é aliança, unicamente aliança...A árvore impõe o verbo 'ser', mas o rizoma tem como tecido a conjunção 'e...e...e' há nesta conjunção força suficiente para sacudir e desenraizar o verbo ser. Para onde vai o sujeito? De onde vem o objeto?

Deleuze & Guattari

A MPG2 foi uma dimensão de análise singular e por isso a menção é significativa. Talvez seja este um ponto na redobra do olhar que leva os atores a um mergulho a uma ressignificação, a uma verticalização metodológica no processo da pesquisa. Acredita-se que essa ocorrência – inconsistência, desequilíbrio, reorganização – é fato normal quando se trata de uma metodologia que busca ler as respostas na ambiência da interação, no processo, para explicar um fenômeno ou um fato. Não que o fenômeno pedagógico dessa fase não tenha se dado, o fato é que não se deu conta de acompanhar com o devido cuidado as intermitências e variâncias provocadas pelos acontecimentos que foram ocorrendo nesse período. Foram ocorrências que extrapolaram o propósito e o controle no registro dos acontecimentos. Alguns aspectos que permearam essa dimensão podem ressurgir, sem dúvida, como rizomas em outros momentos. No virtual as idéias não têm espaço, são atemporais - fluem até acontecerem como conceitos – atual.

Entretanto, talvez se possa afirmar que nessa dimensão, a da MPG2, o processo de pesquisa avançou no sentido do *reomodo*⁴², implicando no olhar dos atores envolvidos. Considera-se um momento de transição muito importante, pois contribuiu para uma melhor apreensão tanto em relação à ambiência como em relação aos processos de interação e aos instrumentos que estavam sendo utilizados. Este momento serviu também como polimento na abordagem técnica e nos instrumentos (uma Segunda Prototipagem). Ou seja, serviu para reorganizar o olhar dos atores, bem como melhorar instrumentos e critérios na sistemática da investigação: só não foi consistente enquanto registro do processo, ou seja, de um determinado MA, pois não se conseguiu dar conta dele enquanto o curso estava

sendo varado por uma seqüência de vórtices imprevisíveis. Numa analogia bem singular... como se tivessem se apagado os ícones da tela...e no ecrã somente a imanência dos vórtices e dos acontecimentos pulsam.

Foram observadas duas turmas na disciplina de Estatística, ambas trabalhadas com a mediação no SEstat. Acompanhando o processo que se desenvolve na MPG3, pode-se entender melhor a significância do ‘hiato’ da MPG2.

“Apagaram-se os ícones... e a menina travessa perdeu-se entre o sótão e o ecrã.”

Aurora, 1999

⁴² *Reomodo*: *rheo* vem de um verbo grego que significa *fluir, vir a ser*. Reomodo, um novo modo de linguagem que coloca no verbo e não no substantivo o papel fundamental. Um exercício de linguagem proposto por Bohm para superar a fragmentação.

3.3 Mediação Pedagógica e SEstat: Terceira Aproximação: MPG3

Nesta dimensão, a pesquisa desdobra-se num esforço de uma observação *vertical* para apreender o Movimento de Aprendizagem dos atores, na própria ambiência pedagógica mediada por recursos informatizados, analisando os vórtices e os acontecimentos dessa dinâmica.

A análise da MPG3 concentra-se no Movimento de Aprendizagem realizado pelos APDs numa determinada Ambiência Pedagógica mediada por um Sistema de Simulação Informatizado, o SEstat.

No andamento da pesquisa os categorias vão se definindo, vão se tornando cada vez mais consistentes em decorrência do próprio processo, possibilitando uma observação cada vez mais profunda e complexa na interação dos atores.

Na dimensão da MPG3 foram observadas duas turmas. Uma utilizando o sistema SEstat como recurso informatizado e outra no modelo convencional de ensino. As duas turmas foram trabalhadas pelos mesmos professores e na mesma disciplina. Nesta fase pôde-se verificar com maior rigor os diferentes Movimentos de Aprendizagem alcançados pelos Aprendentes nas diferentes Ambiências Pedagógicas e na diferentes Modalidades de Ensino, confirmando alguns achados das fases anteriores e levantando outros de expressiva importância.

Os Aprendentes das turmas em observação estão entre a quinta e a sexta fase dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica, cursando a mesma disciplina de Estatística com os mesmos professores.

A diferença entre a Ambiência de Aprendizagem das turmas é que uma, a A, é mediada pelo *software* SEstat, e a outra, a B, desenvolve-se no modelo convencional de ensino. Para facilitar a análise a primeira turma será tratada como MPG3a e a segunda como MPG3b.

3.3.1 A Ambiência da Aprendizagem na MPG3a

Na MPG3a o processo de ensino está concentrado nas Sessões de Laboratório e as observações estão voltadas para verificar os níveis do Movimento de Aprendizagem na interação com o *software*.

A Ambiência de Aprendizagem da MPG3a é demarcada pela mediação apoiada em recurso informatizado – SEstat e é ministrada por dois professores. O objetivo da disciplina Estatística definido no Plano de ensino é: realizar descrição e análise estatística de dados utilizando como apoio o SEstat. (Apêndice V, DS 10)

Os professores fazem uma interferência Pedagógica em cada Sessão de Laboratório. Inicialmente, indicam o propósito geral de cada DPG, revendo em seguida, se necessário, alguma indicação conceitual. No desenvolvimento das atividades interferem junto ao APD ou às equipes de APDs somente quando solicitados e, quando o fazem, geralmente não é para dar a resposta, mas para fazer perguntas, estimulando o raciocínio do APD. O que importa nesta análise é esse movimento gerado na mediação entre *software*, os APDs e os professores. Nessa ambiência os APDs podem ir e vir em diferentes DPGs, conforme seu interesse ou suas condições, procedendo a suas indagações, suas respostas, suas operações em todos os níveis.

Essa é a dinâmica que constitui a Ambiência da Aprendizagem propriamente dita e onde se busca apreender o objeto central desta análise que é o Movimento da Aprendizagem dos APDs. Considera-se também, embora implicitamente, a transformação da concepção pedagógica dos professores e a incorporação de procedimentos novos no próprio *software*, mas não é neste momento objeto de uma observação sistematizada.

O SEstat é um *software* que oferece condições de interação e está em constante desenvolvimento, e isso é que o torna interessante para este estudo que se desenvolve por um processo de observações sistemáticas, registradas em diferentes PTRs.

Nesta dimensão, foram empregados os seguintes PTRs:

a) PTO - Protocolo de Observação. É um instrumento de registro regular de observações feito pela pesquisadora. Conforme a situação foi feito por escrito e gravado em fita cassete ou em vídeo (Apêndice V).

b) RdA - Relatório de Aprendizagem (RdA). É um documento escrito, elaborado pelos APDs, no final de cada Sessão. Não segue um padrão, mas o APD ou a equipe de APDs descreve como desenvolveu seu trabalho, por onde navegou no sistema, com o que trabalhou, como trabalhou, as descobertas e as dificuldades com que se deparou.

c) RdP - Relatório de Pesquisa. É também elaborado pelos APDs e relata como realizaram sua coleta de dados e como fizeram a análise estatística.

d) MG02 – O Mapa Cognitivo. É um mapa criado para o registro da síntese das observações feitas e analisadas após cada Sessão de Laboratório, pela equipe de pesquisadora e professores.

Para apreender a dinâmica dessa dimensão, registrando as informações, foram criados dois Mapas Cognitivos:

-MG02, para registrar as informações básicas do Movimento de Aprendizagem dos APDs em relação às Sessões de Laboratório e o MG03, para registrar as informações resultantes da análise dos Relatórios de Pesquisa. (Apêndice V)

Os registros das informações das ações dos APDs no desenvolvimento das análises estatísticas foram feitos e analisados segundo as categorias e variáveis propostas. Ver detalhes no Quadro 1.

O Movimento da Aprendizagem nessa MPG foi observado e registrado no MG02, segundo as categorias de Interação e Generalização referenciadas conceitualmente aos tipos de Abstração: Abstração Empírica, Abstração Pseudo-Empírica e Abstração Reflexionante, em dois sentidos:

a) **No sentido do Movimento Horizontal** em dois níveis, que compreende os DPGs propostos no SEstat, o módulo de Treinamento:

- 1- análise estatística no nível de Descrição em base de dados modelo;
- 2- análise estatística no nível de Descrição e Inferência com até duas variáveis em diversos DPGs similares.

b) **No sentido do Movimento em Profundidade** em três níveis, que compreendem, nos DPGs propostos no SEstat, o módulo Avançado:

1. análise estatística em nível de Descrição e Inferência com mais de duas variáveis em diversos DPGs similares;

2. análise estatística em nível de Descrição e Inferência com mais de duas variáveis em DPGs diferentes;
3. análise estatística em nível de Descrição, Inferência e Proposição com inúmeras variáveis em DPGs inéditos.

Para registro no MG02, entendem-se como análise estatística as ações de Cálculo, Leitura, Interpretação e Reconhecimento exigidos e desenvolvidos em cada DPG do SEstat nos níveis de Descrição, Inferência, Descrição e Inferência e Proposição, nas Sessões de Laboratório.

Para Registro no MG03, entendem-se como análise estatística as ações de Reconhecimento, Interpretação e Proposição expressas no relato do Projeto de Pesquisa. O nível de análise estatística alcançado pelos APDs é julgado no sentido de Descrição, Inferência, Descrição e Inferência e de Proposição. Ou seja, trata-se de observar o Movimento de Aprendizagem dos APDs enquanto condição de operar não só tipos diferentes de variáveis mas também procedimentos diferenciados em cada item estudado. Na análise de Sessões de Laboratório e dos Relatórios de Pesquisa, os itens de estudos Cálculo, Leitura, Interpretação, Reconhecimento, que foram agrupados e codificados como análise estatística explicitada no mapa conceitual da disciplina, se referem a diferentes DPGs e se compreende como:

Cálculo - o reconhecimento e associação de definições, elementos e variáveis em situações dadas, aplicando-se os procedimentos básicos e explorando uma base pré-elaborada.

Leitura - o entendimento das informações contidas em uma base de dados, à luz de definições, técnicas e métodos, aplicando-se adequadamente os procedimentos para explorar diversas variáveis e diversas hipóteses.

Interpretação - trata da compreensão das relações e das inferências que se pode estabelecer a partir de uma leitura de dados, seja de uma base dada, seja de uma base construída. É a condição do APD fazer uma análise dos resultados estatísticos de sua pesquisa, elaborando julgamentos e proposições.

Reconhecimento – trata da identificação dos conceitos e desenvolvimento de procedimentos estatísticos adequados a cada caso.

As observações que constituem o Mapa Cognitivo e expressam o Movimento de Aprendizagem dos APDs, na interação mediada pelo SEstat, são verificadas em dois sentidos: MH e MP.

O MH - Movimento Horizontal - desdobra-se em nível 1 e 2. O MH1 ocorre quando o APD limita-se a estender suas identificações e associações para descrever ou analisar questões, por associação de semelhança ou diferença entre os observáveis na base de dado do Módulo Treinamento. Isto é, explora as possibilidades oferecidas diretamente na base de dados do sistema no módulo Treinamento, seguindo as instruções e se orientando pelo *Feedback*. O MH2 ocorre quando o APD supera o limite dos observáveis disponíveis no SEstat e opera sobre suas próprias abstrações sobre os dados oferecidos, transformando dados em informações, ou seja, quando ele supera os observáveis transpondo suas abstrações para outras questões. Nesse estado de MH2 o APD está desenvolvendo uma reflexão não mais apenas sobre os observáveis – os dados e os procedimentos oferecidos – mas sobre suas próprias ações de abstração. Dito de outra forma, supera as ações de ensaio e erro orientadas pelo *feedback* do sistema. Nesse nível ele não só opera no sentido de estender, de alargar as suas ações mentais pela repetição dos dados, mas de ampliar os observáveis, transportando-os para outro patamar. Este movimento pressupõe a reestruturação de suas condições de apreensão no sentido de Profundidade. No caso, o APD é capaz de observar uma realidade, coletar e organizar sua própria base de dados utilizando-se do que apreendeu no MH1 e no MH2.

O MP – Movimento em Profundidade - embora comporte de forma imanente o MH, constitui-se em um outro patamar de apreensão do processo, mais complexo e mais profundo, desdobrando-se em outros três níveis: o nível MP1, que corresponde de certa forma ao MH2, em que o APD é capaz de retirar informações de uma realidade e organizá-la em uma nova base de dados dentro de um procedimento adequado. O MP2 corresponde às operações mentais sobre suas próprias ações abstraídas e coordenadas entre si. Neste estado o APD opera sobre os dados de uma base criada por ele mesmo, da qual abstrai informações e reorganiza-as em outro patamar valendo-se de técnicas e métodos aprendidos na exploração do módulo Treinamento. Agora o APD orienta-se pela compreensão que obteve do processo e não mais por ensaio e erro. Nesse movimento o APD opera um

raciocínio que se estende e se aprofunda superando o tipo de Abstração Empírica na direção de Abstração Reflexionante embora esteja ainda operando em um estado de transição ou de Abstração Pseudo-Empírica. O Movimento em Profundidade leva a uma reestruturação dinâmica das ações de abstração, que é o nível desejado de Aprendizagem, o MP3, a Generalização do Conceito. Esse movimento desdobra-se no sentido de ampliação, profundidade e complexificação do pensamento, pressupõe uma necessidade intrínseca, que se desdobra como uma *espiral em profundidade*⁴³.

Nesse nível o APD, além de operar sobre suas próprias ações mentais, faz inferências e proposições. Constata as proposições quando se analisa os RdP, no item que os Professores convencionaram chamar de *ReenGenharia* e que neste trabalho, enquadrando-se a natureza das ações às categorias conceituais eleitas, redefine-se como Proposições. Ou seja, após a análise estatística de sua pesquisa o APD é capaz de refletir e identificar os limites e as possibilidades de seu trabalho propondo outras alternativas, sugerindo uma Reorganização em resposta a uma situação inédita. O pensamento e o raciocínio dos APDs desdobra-se sobre suas próprias ações mentais, elaborando inferências e proposições. Entende-se que este é o nível ideal de Aprendizagem, o que neste estudo se denomina de Generalização do Conceito. (DS 181)

Entretanto, note-se que não há, em hipótese alguma, um marco temporal, espacial observável de forma determinada para a superação de um nível para o outro, pois isso ocorre em um movimento contínuo e extremamente dinâmico, mesmo em condições culturais adversas, isto é, um modelo de cultura escolar que gera a passividade, como se constata na MPG3b.

O Mapa Cognitivo, além de expressar o Movimento de Aprendizagem do APDs, contém também outras informações implicativas no processo (variáveis intervenientes). Clareando melhor: não só a leitura do MA, como a interveniência de fatores como Frequência dos Aprendentes; Nível de Interação na organização e realização das ações;

⁴³ *Espiral em profundidade*: não é um movimento linear ou circular, é um movimento que se amplia, se aprofunda, não por somatória de informações e sim por sucessivas superações conceituais, que se reorganizam a cada desafio, a cada desequilíbrio.

condições da base técnica do Laboratório; perfil dos APDs em relação ao seu domínio no uso do computador. Essas questões serão analisadas mais adiante.

A Ambiência de Aprendizagem na MPG3a compreende, portanto, um conjunto de elementos, fatores e procedimentos integrados em atividades aparentemente diferentes, porém implicadas profundamente. As Sessões de estudos no Laboratório, os Seminários e a elaboração e desenvolvimento de um Projeto de Pesquisa desenvolvem-se concomitantemente no laboratório mediadas pelo Sestat.

Essa MPG, em termos de conteúdo, constitui-se com os mesmos DPGs descritos no mapa conceitual da disciplina analisados na MPG1. O que se diferencia nesta dimensão é que todos os conteúdos trabalhados estão disponibilizados no sistema e concentrados na modalidade de ensino Sessões de Laboratório, desenvolvendo-se no modelo de um processo de interação cooperativo. Mesmo a modalidade de Seminários e a organização e redação de projeto de pesquisa ocorrem em equipes e no Laboratório utilizando-se dos recursos do SEstat tanto para simular as análises como para demonstrá-las à turma. Essa concentração do processo de ensino em Sessões de Laboratório permitiu observar melhor as implicações do uso do *software* no Movimento de Aprendizagem dos APDs, através de uma análise em comparação com a turma que está sendo trabalhada no modelo convencional.

Portanto, a MPG3 está preponderantemente mediada pelo uso do SEstat, num modo de relação de interação cooperativa. Os DPGs são colocados logo de início como um desafio em processo flexível, em construção, dinâmico. Os APDs podem estar escolhendo, como ponto de partida, qualquer um dos DPGs que atenda aos seus interesses e níveis de experiência. O *software* tem um sentido significativo nessa questão enquanto um sistema de simulação que disponibiliza situações e condições concernentes a esse processo. (Apêndice V, DT235)

Para as Sessões de Laboratório os APDs dispõem de uma sala com um projetor e 16 computadores. Os computadores estão equipados com SEstat e ligados em rede. Os Aprendizes desenvolvem seu trabalho em equipe de 2 a 4 elementos, reunidos em torno de um projeto de pesquisa para recolher dados de uma realidade e organizá-los para dados para uma análise estatística, orientados pelos dois Professores.

3.3. 2 Analisando a Aprendizagem Observada na MPG3a

Na MPG3a, a observação está centrada no Movimento de Aprendizagem que ocorre na interação entre os APDs, os Professores e o *software*. Neste caso, não ocorre um tempo para cada modalidade ensino, como aconteceu na MPG1. As exposições são utilizadas apenas como introdução às sessões de Laboratório, basicamente para situar os APDs em uma outra Ambiência Pedagógica que não aquela de costume. O maior tempo de estudos ocorre no Laboratório de informática, com sessões de estudos mediadas pelo SEsta, seja explorando o módulo de Treinamento ou o modo Avançado, analisando dados inéditos, ou mesmo desenvolvendo Seminários.

Observando-se os resultados da análise do MG02 na Tabela 21 (ver em Apêndice IV) constata-se que nem todos os APDs, na primeira Sessão de Laboratório, limitam-se a operar no módulo Treinamento, isto é, a explorar a base de dados que lhes é oferecida como modelo de análise. Este modelo tem como ponto de partida o caráter informativo, descritivo; embora permita fazer associações e comparações, está limitado a dados oferecidos, observáveis⁴⁴, e os procedimentos estão predefinidos, dirigidos por um *feedback* que age em *background*. Na primeira Sessão de Laboratório, uma equipe de APDs já passa a experimentar os procedimentos estatísticos com dados criados ou simulados por eles, explorando o módulo Avançado do *software*. Na segunda SL, 33% dos APDs navegam entre a base modelo e a base própria. A partir da terceira SL a maioria dos APDs, 55%, trabalham no Módulo Avançado criando sua própria base para as simulações. Quanto ao número de variáveis exploradas, na primeira SL 23% dos APDs já operam com mais de uma variável, e a maioria opera em todas as SL com duas ou mais variáveis, ultrapassando o oferecido pelo SEstat, que é uma análise bivariada. (Ver tabela 21 e 22 em Apêndice IV) A partir da segunda SL os APDs buscam apoio no *Statística* 6.0 para operar com uma

⁴⁴ *Observáveis*: entende-se por observáveis dados ou informações atualizadas, explicitadas, materializadas. Quando se trata de abstrair dados de um sistema artificial organizado, o processo que é preciso realizar passa pela diferenciação dos demais dados presente e isoláveis no fenômeno ou no sistema. Isto é, isolar um dado é considerar o conjunto de dados e situá-los em suas relações, o que implica também não considerá-los, ser ou não ser pertinente. Exige do sujeito uma abstração do tipo empírica, mas sustenta imediatamente uma abstração de outro nível. No sistema informatizado este processo se dá ao mesmo tempo, dadas as condições de explicitação.

análise multivariada. Isto é, independente do limite relativo, ou do limite observável do DPG, os APDs buscam respostas a partir de seus interesses. Na interação com o SEstat o APD desenvolve seu raciocínio a partir do DPG, mas não se limita a ele. Ou seja, o DPG previsto na Ambiência Pedagógica organizada pelos Professores não é limitante como a modalidade de aula expositiva, em que o APD se limita a acompanhar o raciocínio explicitado pelo professor, ou mesmo o livro-texto, que apresenta um raciocínio linear hierarquizado. O SEstat oferece uma análise bivariada, mas oferece também suporte para o APD extrapolar o todo desse sistema e buscar, em outros sistemas de suporte, condições para operar em níveis cada vez mais complexos e profundos. Para a abordagem pedagógica imanente nesta análise, esta é a contribuição mais interessante de um sistema informatizado do tipo simulação para com os processos de aprendizagem. A condição de disponibilizar por simulação digital um mundo de dados, informações, processos, ambientes inéditos de ações e operações mentais, que não o limite da linearidade posto no livro impresso ou no raciocínio expositivo do professor, favorece o desenvolvimento da aprendizagem do APD considerando suas condições e experiências. Num sistema de simulação o APD pode operar com um número de variáveis que não está preestabelecido e reproduzi-las ou recodificá-las em um número infinito de caracteres e diferenciações. O saber e o aprender têm um fluxo transversalizado por inúmeras inferências. Um flui no outro, desdobrando os processos de aprendizagem de forma dinâmica e inédita.

Observando-se o Movimento de Aprendizagem dos APD em relação aos procedimentos estatísticos, constata-se que na primeira SL 18% dos APDs operam em nível de Inferência e 21% em nível de Descrição e Inferência, isto é, em MH2, no final das seis SL os APDs fizeram 184 operações em MH, das quais 25% em MH1 75% em MH2. Lembrando-se que o MH é o desenvolvimento que se estende por Reconhecimento, Associação e Transposição de dados, conceitos ou informações de uma situação observável para outra, por similaridade, esse movimento, epistemologicamente, situa-se entre o tipo de AE ou AP.

Em relação ao Movimento em Profundidade, na Primeira SL já se encontram 15% dos APDs operando no nível de Profundidade 2, isto é, abstraindo as informações da base modelo e aplicando em nível de inferência em sua própria base. Na segunda SL, 18% dos

Aprendentes estão operando em nível de MP3, ou seja, em nível de Abstração Reflexionante. Na última SL 25% dos Aprendentes estão operando no MP3 e 75% em MP2. Isto é, os APDs trabalham com seus dados próprios, organizando-os em uma base e fazendo Descrição, Análise e Inferências em nível de Generalização do Conceito. Pode-se observar melhor este movimento nas figuras abaixo.

Observando-se a Figura 21 abaixo, percebe-se que em cada SL as variáveis que se fizeram presentes concernem ao caráter do DPG e gravitam por intensidade em torno de cada SL, indicando o nível do Movimento de Aprendizagem em MH ou em MP.

Embora, no início do processo, a maioria das ações fiquem mais concentradas em operações do tipo Abstração Empírica e Abstração Pseudo-Empírica, operando mais com o *Help* ou voltando algumas vezes aos exemplos do módulo Treinamento, mesmo assim o Movimento de Aprendizagem no sentido Horizontal é muito mais dinâmico do que o constatado nas Macroaulas da MPG1.

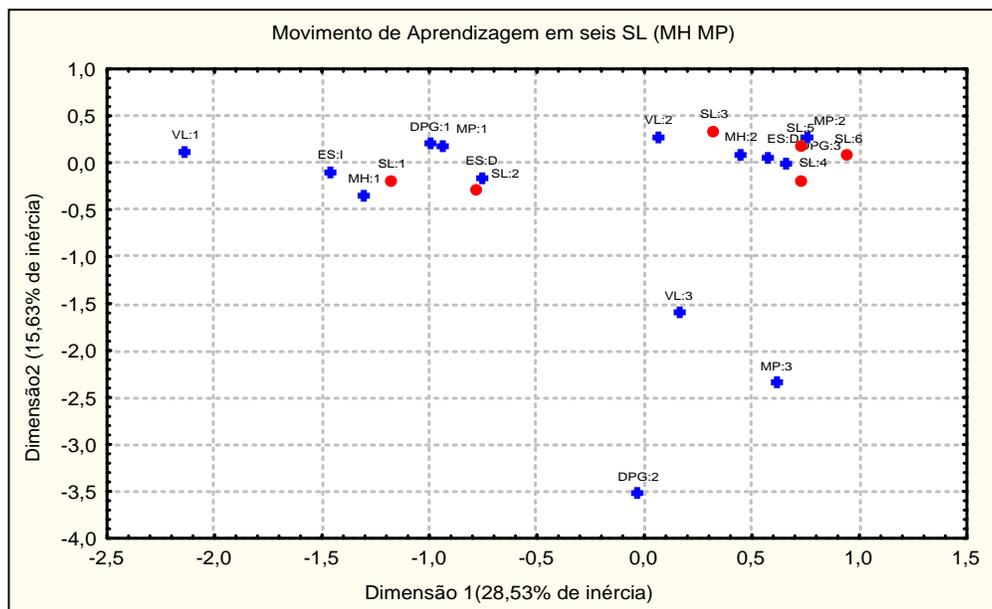


Figura 21

Legenda: **SL** Sessão de Laboratório; **DP** Desafio Pedagógico; **VL** Variáveis; **MH** Movimento Horizontal **MP** Movimento em Profundidade **ES** Análise Estatística

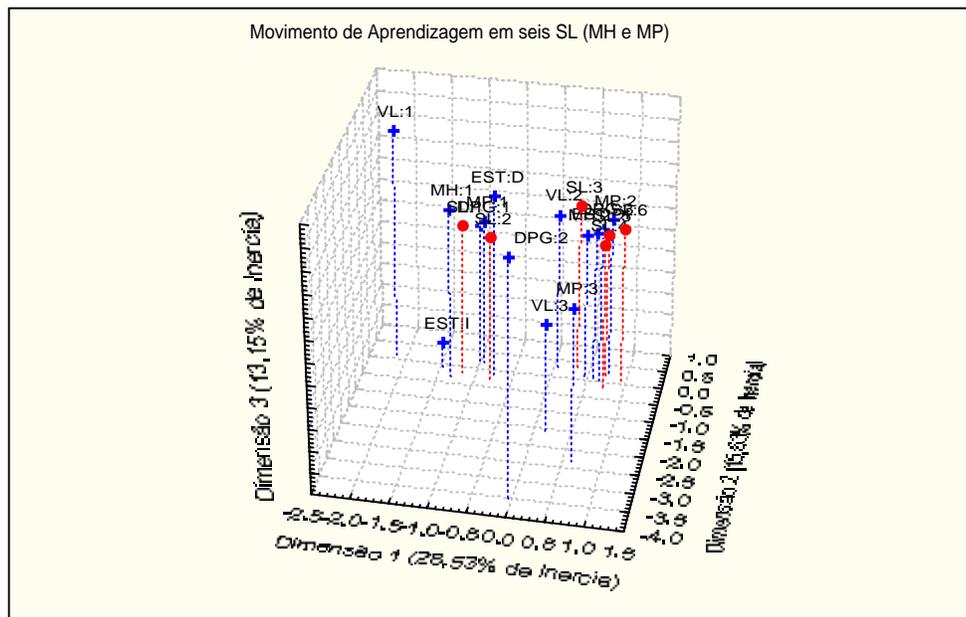


Figura 22

Legenda: **SL** Sessão de Laboratório; **DP** Desafio Pedagógico; **VL** Variáveis; **MH** Movimento Horizontal **MP** Movimento em Profundidade **ES** análise Estatística

Analisando-se o gráfico em 3 Dimensões, figura 22, pode-se observar melhor a gravitação dos dados em torno do atrator, no caso as Sessões de Laboratório. Pode-se concluir que a SL1 e a SL2 revelam-se bastante semelhantes, convergindo quase como um mesmo atrator. Gravitam em seu entorno, prioritariamente, as ações realizadas com uma variável e secundariamente com duas variáveis; os procedimentos estatísticos se limitam à categoria de Descrição e raramente de Inferências. Isto indica que em DPGs do nível 1 o Movimento de Aprendizagem dos APDs concentra-se em MH1, tendendo ao MH2, com indicativo de uma ação em MP1, porém bastante dispersa. Portando o tipo preponderante do MA nessas duas SL é de MH1 correspondendo ao tipo de Abstração Empírica, tendendo à Abstração Pseudo-Empírica. É necessário considerar nesse momento que os APDs estão iniciando o curso e vêm com uma cultura escolar adversa à proposta de ensino.

No entorno das SL3, SL4, SL5 e SL6 convergem variáveis que indicam um MA mais complexo. Estas SLs atuam, preponderantemente, em ações do tipo de análises com mais de duas variáveis; e procedimentos estatísticos contemplando a categoria de Descrição

e Inferência e em alguns casos de Proposição. Isso indica que os MA estão se desenvolvendo no sentido de MP 2 e MP 3, correspondendo ao tipo de Abstração Pseudo-Empírica e Reflexionante.

Quando os APDs fazem esse movimento em relação a uma situação nova, no caso sua própria base de dados, eles estão operando com ações abstraídas e coordenadas da base de dados oferecida no módulo Treinamento, em uma nova estrutura de pensamento, sobre sua própria base de dados. Nesse caso o MA tem uma nova dimensão que não é só de extensão e associação, mas de complexidade e profundidade. Nesse caso, no conceito de Piaget, alcançam o nível de Abstração Reflexionante. Isto é, o pensamento se desdobra descolando-se dos observáveis e opera em nível de coordenações mentais. Nesse nível o pensamento constitui único onde se confundem sujeito e objeto. Na concepção de Deleuze (1999) o estado do pensamento é denominado *redobra*, que se entende neste estudo por Movimento em Profundidade ou Generalização do Conceito. Portanto o MP pressupõe o MH, mas prescinde dele, pode operar independente, quando atinge o nível de Generalização.

Observando-se o gráfico acima pode-se constatar que nas SL1 e na SL2 concentram-se ações de aprendizagem envolvendo uma ou duas variáveis e a análise dos dados se dá, preponderantemente, em nível de descrição MH1, mas nas SL3, SL4, SL5 e SL6 concentram-se ações de aprendizagem em nível de Descrição, Descrição e Inferência com maior número de variáveis, o que indica um nível de aprendizagem bem mais complexo e profundo: MP2 ou MP3.

Observando-se a figura 22, fica evidente a convergência entre SL 1 e SL2, 2 e a convergência entre as SL 3, 4, 5 e 6, sugerindo a distribuição das variáveis entre dois pontos. Para apreender melhor as relações entre as variáveis e o ponto atrator, fez-se uma Segunda análise agrupando as Sessões de Laboratórios em dois momentos: o Momento 1, que corresponde às SL 1 e SL 2, e o Momento 2, que corresponde às SL 3, SL 4, SL 5 e SL6.

Observando-se as informações como se fossem dois vórtices, o Momento 1 - MT1 e o Momento 2 – MT2, as relações entre as variáveis tomam maior consistência.

Em relação ao Movimento de Aprendizagem no sentido Horizontal observa-se que mesmo no MT1, acentuadamente um DPG de nível 1, 38% dos Aprendentes operam em nível de MH2 e 61% em nível de MH1. No MT2 98% operam em nível MH2 (Tabela 22, Apêndice IV).

Em relação ao Movimento de Aprendizagem no Sentido de Profundidade, observa-se que no Momento 1 a maioria, 79%, fica no MP1, no entanto 8% avançam para o MP3. No MT2 a maioria fica no MP2 e 10% atingem o MP3, o nível ideal de Aprendizagem. Observando-se a figura 23 observa-se que no MT1 os DPGs que gravitam nesse ponto são os propostos pelo módulo de Treinamento de nível 1, que expressam uma análise de dados em nível de Descrição com poucas variáveis; isso configura o MA concentrado em MH1 e MH2. Entretanto registra-se uma informação, mesmo que dispersa, de 15% de APDs apresentando um Movimento de Aprendizagem em nível de MP3. Ou seja, 15% dos Aprendentes superam o proposto e exploram uma base de dados inédita ou criada por eles.

Observando-se as figuras abaixo pode-se constatar que no entorno do MT2 gravitam com intensidade os DPGs que estão entre o nível 2 e 3, propostos no módulo Avançado. Isto é, que exigem uma análise de dados com diversas variáveis e em nível de Descrição e Inferência ou Proposição. Neste ponto o Movimento de Aprendizagem fica, preponderantemente, em MP2 e MP3.

As figuras 23 e 24 mostram a convergência das variáveis em cada um dos momentos analisados.

Fazendo uma análise conceitual, pode-se afirmar que no entorno do MT1 gravitam as variáveis indicativas de nível 1 concernentes ao raciocínio do tipo de Abstração Empírica ou Pseudo-Empírica. As análises estatísticas realizadas nesse momento pelos APDs estão mais concentradas em nível de Descrição e eles estão operando com poucas variáveis. O Movimento de Aprendizagem fica concentrado no sentido de MH 1.

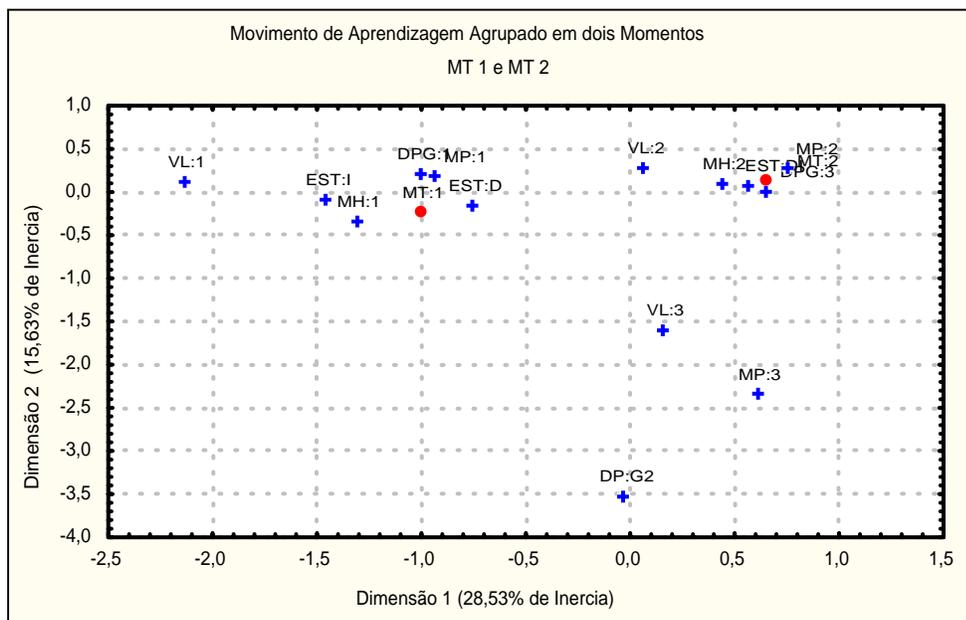


Figura 23

Legenda: **SL** Sessão de Laboratório; **DP** Desafio Pedagógico; **VL** variáveis; **MH** Movimento Horizontal **MP** Movimento em Profundidade **ES** análise Estatística

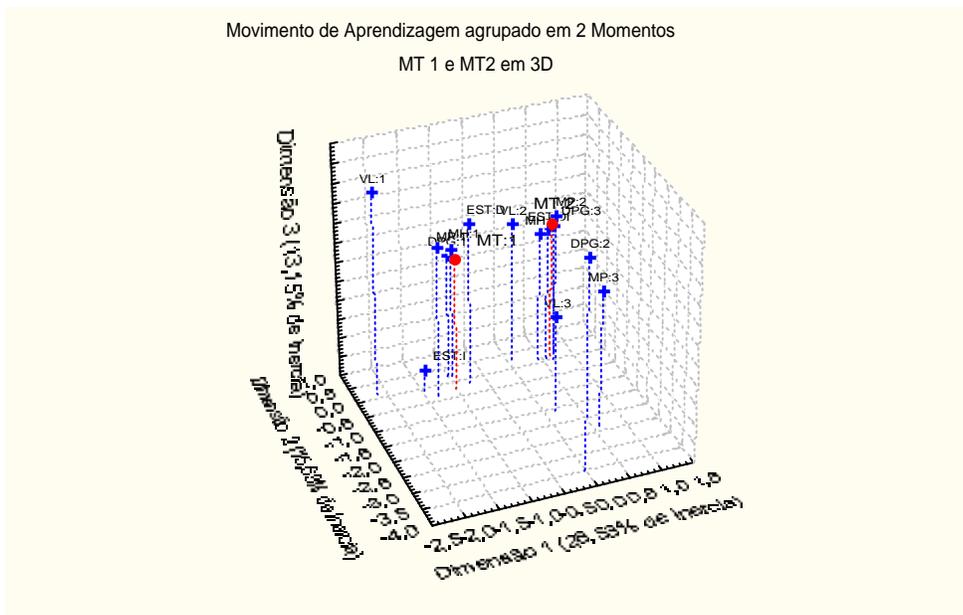


Figura 24

Legenda: **SL** Sessão de Laboratório; **DP** Desafio Pedagógico; **VL** variáveis; **MH** Movimento Horizontal **MP** Movimento em Profundidade **ES** análise estatística

Em torno do MT2 gravitam as variáveis relativas a DPGs de nível 1 e 2 e os APDs e as análises estatísticas com maior número de variáveis e em nível de Descrição e Inferência concernente conceitualmente ao tipo de Abstração Pseudo-Empírica e Abstração Reflexionante. Nesse tipo de Movimento a Aprendizagem evidencia maior complexidade de raciocínio na concentração entre MH2 e MP2 e MP3.

Em síntese, na MPG3, na maior parte do tempo de estudo os Aprendentes estão fazendo um raciocínio de nível de Abstração Pseudo-Empírica e de Abstração Reflexionante. Isto indica que nessa dimensão os APDs encontram condições de possibilidades de alcançarem o nível ideal de aprendizagem, o da Generalização do Conceito. Em relação à análise estatística utilizada, pode-se verificar que os gráficos de análise multivariada indicam uma inércia entre 44% para os dados da figura 23 e 57% para os dados da figura 24, em torno do ponto atrator, o que para uma análise do tipo multivariada demonstra uma consistência bem razoável.

Essas constatações tornam-se interessantes na medida em que indicam a superação dos níveis comumente esperados em modelos convencionais de ensino. Quer dizer, num processo convencional, como veremos mais adiante, os Aprendentes não têm condições de superar o Desafio Pedagógico esperado, pois tanto as condições de desenvolver diferentes raciocínios como as condições de resposta são limitadas. Quando se trata de uma Aprendizagem mediada por um sistema de simulação organizado de forma dinâmica, interativa, disponibilizando inúmeras possibilidades e condições de criação, o Movimento de Aprendizagem pode evoluir conforme o interesse e as experiências dos Aprendentes. O APD pode partir de qualquer um de seus DPGs e evoluir um raciocínio, explicitando-o e reflexionando sobre ele em diferentes patamares de abstração, criando e recriando situações novas de aprendizagem desde que o sistema ofereça condições de possibilidades variadas e flexíveis. O sistema de simulação pode contar com essas condições, pois a sua natureza é representar um sistema real em todas as suas determinações, sejam elas de caráter biológico, físico, artificial, ou hipotético, como afirma Ton de Jong (2000).

No decorrer das seis SL analisadas, registraram-se 184 operações feitas pelos APDs, Das quais, em relação ao MP, realizaram 33% ações em MP1, 47% em MP2, e 20% em MP3. As observações feitas nas SLs, e analisadas acima, indicam que o MA mais

acentuado que o APD alcançou durante a maior parte de seu processo de Aprendizagem, aquele diretamente implicado com o uso do *software*, foi em MP2. Conceitualmente, uma aprendizagem do tipo Abstração Pseudo-Empírica tendendo para Reflexionante.

Além das sessões de estudo explorando o SEstat, considera-se como interação com *software* o tempo disponibilizado para os Seminários e para a organização e redação dos projetos de pesquisa, pois estes se realizaram também no laboratório e apoiados pelos recursos do sistema.

Nos Seminários, cada equipe apresentou aos colegas como estava desenvolvendo seu projeto, possibilitando uma discussão bastante rica para todos. O ponto de observação nesses relatos foi se os APDs estavam fazendo um dos procedimentos-chaves da análise estatística, o teste de hipótese. Pois, segundo os Professores, quando os APDs alcançam essa condição é porque entenderam o principal da questão e podem atingir sem dúvida o nível da Inferência e de Generalização.

Foram três sessões de Seminários e as observações registradas mostram que naquele momento duas equipes, 16% dos APDs, estavam com clareza sobre como fazer um teste de hipótese para interpretar seus resultados. Porém, os APDs estavam nesse momento também organizando suas informações para o RdP. No RdP, eles procedem com maior sistematicidade do que na exposição oral, e quatro equipes, 30% dos APDs, alcançaram condições para realizar o teste de hipótese. (Apêndice V, DS 182)

Os Relatórios de Pesquisa oferecem uma outra oportunidade de análise do Movimento de Aprendizagem dos APDs, não mais no processo, na dinâmica da construção, mas na fase de explicitação sistematizada de resultados. Entende-se, neste estudo, que a explicitação sistematizada do processo desenvolvido, agora em seu todo, porém como resultado, não configura o movimento como representavam as informações extraídas dos Relatórios de Aprendizagem, utilizadas para compor o MG02, sintetizadas na Tabela 22 (ver em Apêndice VI). Os Relatórios de Pesquisa constituem um instrumento de registro de Aprendizagem que ocorre em um outro patamar. É um outro modo de expressão do MA. Ou seja, um outro patamar de reflexão sobre suas ações mentais coordenadas. Um estado que se pode denominar de equilíbrio das estruturas, necessário à explicitação, à objetivação do que se apreendeu. Para o registro dessas observações foi construído e

alimentado um novo Mapa Cognitivo. MG03. Nesse MG considera-se a expressão escrita uma outra forma de expressão do MA, entretanto não tem a dinâmica do movimento da análise anterior. Trata-se de identificar o MA expresso em outras condições distanciadas da interação multidimensional, isto é, fica centrado na dimensão de pensamento ontogenético. O movimento do pensamento se dá no sentido interno da auto-organização do sujeito epistêmico. O Movimento de Aprendizagem resultante da análise dos RdP contempla algumas questões interessantes. Por exemplo, não se observa muita diferenciação entre os diversos DPGs pois, quando os APDs estão redigindo, já atingiram o ‘final’ de seu processo e redigem de onde estão, e não de onde estavam realizando os procedimentos estatísticos, como se observa nas SL.

As informações extraídas nesse momento fotografam um momento do fluxo do Movimento da Aprendizagem. Dir-se-ia com Deleuze (1998), configurando o estado da aprendizagem: “*O atual cai para fora do movimento como fruto, e é fotografado registrado num ponto do tempo*”, ou seja, é o saber elaborado, dado como um ponto no fluxo. Não revela a fluidez do processo que retorna ao virtual em outro patamar, convertendo-se objeto-sujeito, convertendo-se em um novo modo do ser e do saber. O relatório revela o modo do ser e do saber dado naquele momento. O esforço do registro de um percurso, no caso o relatório do desenvolvimento do projeto, é um exercício de aprendizagem, sim, porém tem um outro caráter que não o da interação simultânea em tempo eternal.

Nos RdPs, observa-se o Movimento de Aprendizagem através do relato das variáveis expressas na análise estatística, tendo como constante o mapa conceitual da disciplina. Como nesse momento a análise estatística se faz resultado, observou-se o nível de Reconhecimento e Interpretação como indicativo de um Movimento de Aprendizagem de sentido Horizontal: MH 1 e MH2, e as manifestações de Inferência e Proposição como indicadores de MA no sentido de Profundidade: MP 1, 2, e 3.

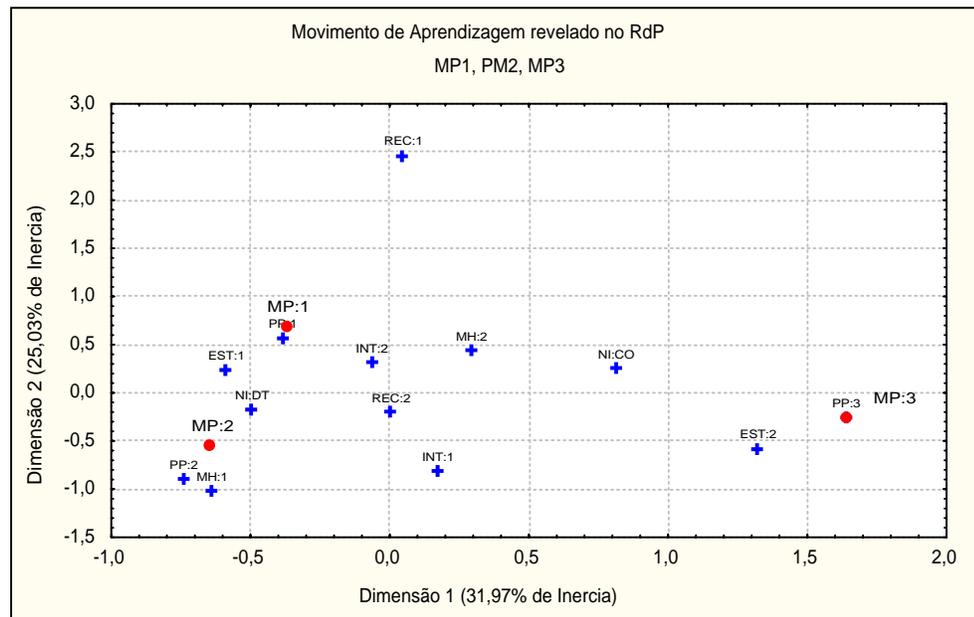


Figura 25

Legenda: **REC** Reconhecimento; **INT** Interpretação; **EST** análise Estatística; **PP** Proposição **NI** tipo de interação; **MH** Movimento Horizontal **MP** Movimento em Profundidade

Estes gráficos mostram uma análise a partir do Movimento de Aprendizagem no sentido do MP. Os atratores são os níveis MP1, MP2, MP3.

Os resultados da análise dos Relatórios de Aprendizagem oferecem uma leitura do Movimento de Aprendizagem, expresso como resultado; nesse sentido, se diferencia quando se faz análise das Sessões de Laboratório, em que se está observando as ações do APDs, no processo, com a condição de serem incentivadas, redirecionadas, pela participação dos elementos da equipe ou dos professores.

diferenciem. Por exemplo, nas SL 17, APDs chegam em diferentes momentos ao nível de MP3; nos Relatórios 10 APDs, nesse momento de explicitação, chegam ao MP3.

Os APDs que alcançaram o procedimento de análise em nível de I ou de DI facilmente alcançaram o tipo de MA em MP2 ou MP3. Entretanto não ocorre uma correspondência absoluta entre o MA das SL e o MA do RdP. O MA nas Sessões de Laboratório revela maior complexidade de raciocínio, dando condições de acompanhar o desenvolvimento de o professor interferir, potencializando o raciocínio do APD. O MA no RdP se diferencia por uma menor densidade de dados, pois a expressão escrita linearizada é limitada e requer um outro nível de domínio do que o necessário para se atingir uma Generalização. Quando se dispõe de diversas formas de operar com dados, como ocorre no caso da SL, o APD está num estado de interação múltipla, com os colegas, com os Professores e com o SEstat; e a complexificação dos raciocínios e das ações é constatável.

Observando-se a figura 25, que contempla os registros do nível da análise estatística revelado nos relatórios e através deste MH e do MP da Aprendizagem, pode-se constatar uma diferença relativa entre o Movimento de Aprendizagem no Processo e o Movimento da Aprendizagem expressa em informações de resultados. Percebe-se que o modo de interação de colaboração gravita entre o MP1 e o MP2, e o modo de interação cooperação gravita próximo ao MT3, indicando a implicação desse processo (operar juntos) no Movimento de Aprendizagem.

Outra variável importante que pode ser observada nesse gráfico e indica resultados do processo como um todo é o nível de interação que se estabelece nas equipes. Este dado foi sendo observado no decorrer do processo e verificado melhor no momento da comunicação dos resultados tanto nos Seminários como nos RdPs. Notam-se dois tipos de interação: interação do tipo colaboração e interação do tipo cooperação.

No que aqui se denomina colaboração entendem-se ações da equipe, que no decorrer do processo divide tarefas e alcança resultado por um somatório de atividades. No momento do Seminário os APDs deixam transparecer claramente, na forma de expor, esse estado de relação: quando cada um fala de sua parte sem uma articulação e até mesmo algumas vezes sem coerência interna na exposição. As informações registradas e mostradas na figura 25, acima, indicam que 62% dos APDs desenvolveram ações preponderantemente

do tipo colaboração, e 38% dos APDs chegaram a desenvolver ações do tipo cooperação. As variáveis que indicam colaboração gravitam em torno do MP1 ou MP2 e as que indicam cooperação gravitam mais intensamente em torno do MP3. Isto indica que interações do tipo cooperação favorecem um MA mais complexo. M (PTO 183 184, 188)

3.3.3 A Ambiência de Aprendizagem na MPG3b

A Ambiência Pedagógica da MPG3b é diferente da MPG3a embora se trate da mesma disciplina e dos mesmos Professores. A Ambiência Pedagógica da MPG3b tem como DPGs o mesmo Mapa Conceitual da Disciplina trabalhado nas demais MPGs; o que o diferencia são as modalidades de Ensino: Aulas Expositivas (AEX); Sessão tira-dúvida (TD) e Provas (PV).

Nessa dimensão o objetivo definido pelos Professores é o seguinte: *Realizar descrição e análise estatística a partir de aulas expositivas e realização de exercícios.* Segundo o plano de ensino, o professor dividiu o conteúdo em três unidades e realizou três provas. Pode-se observar através das provas uma relação entre o nível do DPG e o nível da resposta do APD. (Apêndice V, DS 10)

Para observar o Movimento de Aprendizagem na MPG3b, foi construído um outro Mapa Cognitivo, o MG04, tendo como referência o Mapa Conceitual da disciplina e as modalidades de ensino. Este MG serve para registrar o nível de aprendizagem observado nas provas e por isso foi necessário adaptar as variáveis, porém manteve-se a correspondência com as já utilizadas nas demais MPGs em relação aos procedimentos estatísticos. (Tabela 24, Apêndice IV)

3.3.4 Inferências Parciais: Analisando a Aprendizagem Observada na MPG3b

Para análise da MPG3b, é preciso considerar que esta turma está sendo trabalhada no sentido de uma mediação pedagógica no modelo convencional prioritariamente sustentado em aulas expositivas e provas.

A primeira característica que chama a atenção nas observações nesta MPG é o marcante estado de passividade dos APDs. O processo está centrado nos professores. Este tipo de relação limita radicalmente as condições de observar o Movimento de Aprendizagem. No decorrer das Aulas Expositivas os DPG são marcadamente definidos por uma relação unilateral. As respostas dos APDs no processo são implícitas, não observáveis, na maioria das situações. Embora os conteúdos propostos, os DPGs, sejam os mesmos das MPGs analisadas anteriormente - conceitos e procedimentos básicos para uma análise estatística - o Movimento de Aprendizagem se faz de forma muito diferente.

O Movimento de Aprendizagem dos APDs em relação ao DPG é observável nos momentos de resultados, posterior ao processo, ou nos momentos de equilíbrio. Raramente se observam momentos de desequilíbrio. Ou seja, a observação relativa ao Movimento de Aprendizagem torna-se objetiva somente nos momentos de prova. Durante os períodos de aulas pode-se observar o Movimento do Raciocínio do Professor, mas o do APD, que é o foco da observação, raramente se expressa. O Professor coloca para os APDs o objetivo da aula e desenvolve sua exposição, registrando o percurso de seu raciocínio no quadro a giz. Os APDs acompanham em silêncio, alguns anotam, alguns fazem comentários em voz baixa. Acabada a exposição, o Professor pergunta se há dúvidas - raramente alguém se manifesta. Quando isso ocorre o professor repete a explicação. A seguir o Professor indica no quadro-giz ou no livro um exercício a ser resolvido. Os APDs executam a tarefa usando suas calculadoras. Às vezes o professor indica alguém para vir ao quadro resolver o exercício. Somente aí se pode ver o raciocínio do APD se expressando. E esse raciocínio segue o modelo que o professor realizou ou os passos indicados no livro de exercício. (Apêndice V, DS 183 e 184)

Durante a exposição os APDs ficam calados, parecem atentos, mas pergunta-se: Estarão acompanhando o raciocínio do professor?... Há condições para manterem-se em

atenção todo esse tempo?...Quando o professor abre para as perguntas, um APD arrisca: “*Quanto maior for a diferença entre 3^* e z^a há evidência?*” O professor não responde, parece que a pergunta não faz sentido. Ou seja, o diálogo não tem seqüência. (SD 187)

Na véspera da prova o Professor propõe aos APDs uma sessão de tira-dúvidas. “*Revejam as aulas, os exercícios e tragam para a próxima aula as dúvidas*”. (Apêndice V, DS 184) Entretanto, na aula seguinte os APDs não apresentam nenhuma dúvida propriamente dita. E o professor faz uma revisão dos principais pontos já discutidos. Esse é o ritmo regular das sessões de AEX observadas no decorrer de um semestre. (Apêndice V, DS186)

Em entrevista com três alunos escolhidos por sorteio, procurou-se saber o porquê do silêncio dos APDs em sala de aula e o que pensam a respeito do processo. Um deles disse: “*Eu não gosto de perguntar pois quem pergunta é porque não entendeu.... então eu pego o livro de exercícios, antes da prova e faço todos eles...às vezes a gente se encontra em grupo para resolver... mas perguntar ao professor, não gosto... se a gente fala uma besteira os outros ficam gozando o resto do semestre...*” Perguntados se acompanhavam o raciocínio do professor, um dele respondeu: “*Eu gosto de acompanhar o professor... ele é fera, mas se você desviar um minuto de atenção perdeu tudo. Aí, fica difícil... mas se eu acompanho e anoto as fórmulas que ele dá em cada passo e ainda faço os exercícios, usando a máquina de calcular, eu me saio bem nas provas*”. (Apêndice V, DV31)

Esses depoimentos não dizem muito a respeito de como o APD está operando seu raciocínio, porém acredita-se que quando o aluno realiza os exercícios ele está operando por reconhecimento e associação. Isto é, no sentido do Movimento Horizontal. Quando o APD é capaz de escolher qual a fórmula adequada para resolver um determinado exercício pode estar operando em um nível de raciocínio de análise e inferência, porém não se pode ter certeza, pois seu raciocínio, neste caso, não está explicitado de forma observável. Ele pode ter chegado à escolha acertada apenas por associação na formulação do exercício e não por ter compreendido o processo.

Nas sessões de provas é que se pode observar mais objetivamente o resultado do Movimento de Aprendizagem dos APDs. Para isso se construiu um outro Mapa Cognitivo MG04, considerando, como se fez nos RdP, a expressão escrita um outro patamar de

aprendizagem, que não tem, entretanto, a mesma dinâmica analisada na mediação por simulação. Trata-se de identificar o Movimento de Aprendizagem expresso, em condições de um processo de raciocínio individual provocado sim por um desafio, porém a operação está limitada ao processo da realização escrita do exercício. Esta relação é diferente de quando o APD interage com o colega, com o professor, ou com um sistema inteligente. O pensamento segue um modelo formatado, a complexificação fica reduzida.

NO MG04, para se verificar o Movimento de Aprendizagem, como nas demais MPGs, se tomou por base a análise estatística que o APD está fazendo em suas provas. Cada prova foi indicada como um Momento: MT1, MT2, MT3. As questões de provas foram classificadas segundo o nível de exigência como: DPG, 1, 2, 3. Utilizou-se a escala de variáveis do grupo três para verificar o nível de resposta em relação ao MH, 0, 1, 2 e 3 e em relação ao MP 0, 1, 2, e 3.(MCVer quadro 15)

Observando-se a relação entre o nível de desafio do DPG e o nível da resposta dos Aprendentes pode-se constatar o seguinte: no MT1 - primeira prova - 75% das questões de prova estão no nível de DPG1 e 25% em nível de DPG2, e nas respostas observa-se que 31% ficaram no nível MH0, isto é, não responderam: 33% alcançaram MH1 e 35% alcançaram MH2. Em relação ao MP 29% não responderam, 23% ficaram em MP1, 46% em MP2 e 0,7% em MP3, isto é, um aluno superou o limite do DPG, além de realizar os cálculos solicitados fez também algumas inferências.

No MT2, todas as questões de prova estão em nível de DPG2, e em relação ao MH as respostas indicam que 13% não responderam, ficando no MH0, 57% ficaram no MH1, 30% no MH2. Em relação ao MP, 14,5% não responderam, ficando em MP0, 76% em MP1, 5% em MP2 e 4% em MP3.

No MT3, as questões de provas estão em 50% em nível de DPG2 e 50% em nível de DPG3. As respostas dos APDs, em relação ao MH, 7,5% não responderam MH0, 58,5% alcançaram MH1, 34% MH2. Em relação ao MP, 7,5 não responderam ficando no MP0, 0,7% ficaram em MP1, 65% ficaram em MP2 e 27% em MP3.

De maneira geral, o nível das questões de prova é preponderantemente de DPG2, e as respostas estão preponderante em MH1 e MP2. O inesperado, para esse tipo de questão, são as respostas em MP3 em relação a DPG2 tanto no MT1 como no MT2, embora tenha

ocorrido somente com um APD, pois raramente neste modelo o APD responde além do perguntado. Nos demais casos o Movimento de Aprendizagem não é diferente do comum encontrado nesse tipo de análise através de resultados e não no processo.

O caráter definidor da questão e o nível da resposta do APD é o mesmo utilizado nas MPGs anteriores, a diferença aqui é que não se consegue apreender o Movimento de Aprendizagem no processo, e sim em momentos determinados, na realização das provas. Pode-se ver melhor essas questões nas figuras abaixo.

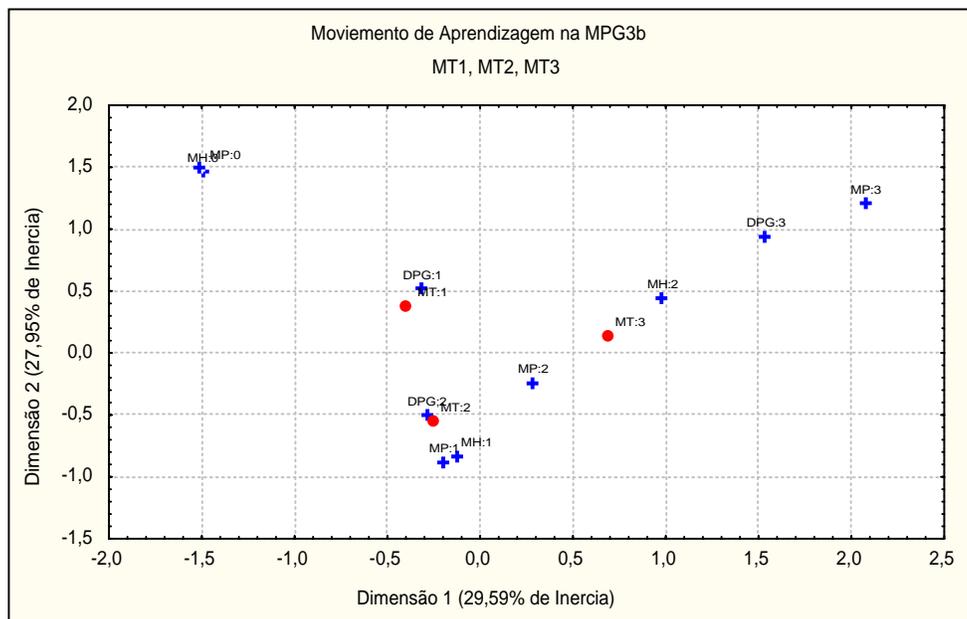


Figura 27

Legenda: **MT** Momento DPG Desafio Pedagógico **MH** Movimento Horizontal
MP Movimento em Profundidade

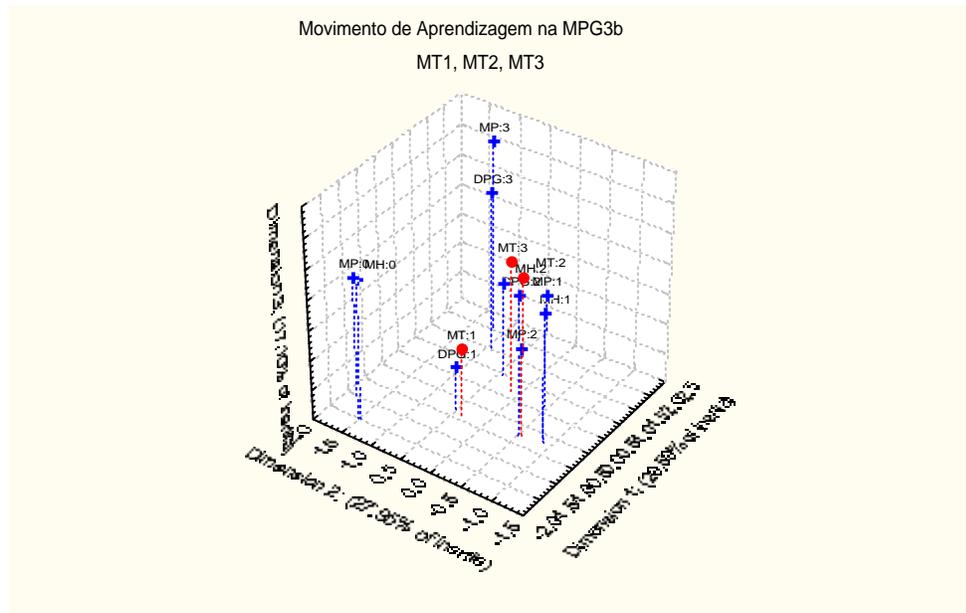


Figura 28

Legenda: **MP** Movimento em Profundidade; **MH** Movimento Horizontal; **DPG** Desafio Pedagógico; **MT** Momento (Prova)

As variáveis que gravitam em torno do MT1, indicadas pela primeira prova do semestre, são na maioria constitutivas de DPG1. Ou seja, não se observa nessa MPG muita diferenciação entre os níveis dos DPGs e os níveis das respostas, talvez porque quando o APD redige a resolução de seu exercício não explicita o todo do seu processo. O que temos como resposta é o resultado, dado como se fosse uma fotografia de um raciocínio, e não o movimento, que pode ser visualizado numa mediação por simulação. (PV4)

Pode-se constatar nessa MPG que o MA só é percebível na verificação final de cada DPG através das respostas dadas às questões de prova. Neste caso, pode-se constatar que:

- a) o APD reconhece ou identifica os conceitos e as técnicas adequadas a questão e aplica-as, seja por associação ou por similaridade (MH 0, 1, 2);
- b) o APD aplica os procedimentos estatísticos adequadamente à situação. Somente quando ele reconhece conceitos, técnicas, estruturação de dados, automaticamente ele

avança no procedimento estatístico (MH2 ou MP1); c) se ele for capaz de aplicar os procedimentos estatísticos adequados aos exercícios propostos na prova ele terá condição de fazer as inferências e a interpretação adequada dos resultados (MH2 ou MP 1,2,3). Neste caso a prova cobra a aplicação do procedimento; o aluno precisa diagnosticar, escolher o procedimento e saber aplicar, fazer o teste de hipótese e interpretar os resultados.

Nesta dimensão de observação os DPGs obedecem a uma classificação, uma hierarquia de conteúdos, e o MA dos APD fica limitado por essa forma. O professor cobra na prova o concernente ao explicado nas aulas. Geralmente o APD responde a quem ou até o nível explicitado no DPG. A Ambiência Pedagógica não oferece condições de possibilidades para que o APD explicitasse seu raciocínio senão até aquele modelo determinado. A primeira prova tinha quatro questões, três representavam um DPG1, e uma de nível de exigência DPG2. Isto é, a maioria das questões estava em nível de Reconhecimento ou Procedimento estatístico no MH1 ou MH2, ou em termos epistemológicos, o tipo Abstração Empírica. Na segunda prova todas as questões indicam um DPG de nível 2, ou seja, fica entre o estado de reconhecimento e aplicação de procedimentos estatísticos adequados em situações similares entre o tipo AE o AP, representado um MH2 a um PM2. Na prova 3, três questões representam um DPG de nível 2 e uma de nível 3. Isto é, pode promover um movimento no sentido de MP1 ao MP3. Neste modelo de expressão de aprendizagem, o APD se manifesta segundo a ordem hierárquica dos conteúdos explicados pelo professor e perguntados na prova. No SEstat, ao contrário, o APD pode partir de qualquer um dos DPGs e responder em qualquer dos níveis, dependendo da profundidade e complexidade de suas experiências no assunto.

Quanto às respostas dos alunos, primeiro, é necessário lembrar que os limites aqui mencionados estão indicados nos DPGs, e procura-se observar se as condições de Ambiência de Pedagógica possibilitam ou não a sua superação. Observa-se nas respostas dos APDs que não são respostas obtidas no movimento, na construção do APD, e sim no momento de sua explicitação, na prova. Na maioria das vezes, observando-se os exercícios nas provas, os alunos procedem da mesma maneira seguindo o modelo dado pelo professor ou pelo livro. Portanto, o resultado dessa observação é situada, limitada a um determinado

momento de explicitação que segue a rigor um raciocínio de modelo preestabelecido. Segundo, as respostas dos APDs em relação à MT1 e MT2 estão concentradas entre o MH1 a MP2, e em relação à MT3 estão concentradas no MP2, tendendo esporadicamente para o MP3. O que chama a atenção é que mesmo quando o DPG se limita ao nível 1, os APDs se movimentam entre o estado de nenhum Movimento MH0 e o MH2, ensaiando uma Abstração do tipo Pseudo-Empírica. Ou seja, as suas respostas são recursivas ao DPG de forma regular e raramente respeitam o nível de experiência, porque colocadas para todos nas mesmas condições. No MT2, centrado em DPG somente de nível 2, obtêm-se algumas respostas em MP3, ou seja, o APD respondeu ao perguntado, acrescentando alguma inferência a mais.

No MT3, em que se tem duas questões em MP3, a maioria das respostas é de nível MP2. Ou seja, poucos APDs alcançaram ações de nível MP2, que no caso da MPG3b estavam expressadas na possibilidade de aplicar o procedimento de teste de hipótese, que segundo o professor seria o nível mais avançado no domínio do conhecimento estatístico esperado nessa disciplina.

Os APDs desta MPG têm, enquanto conteúdo a ser aprendido, o mesmo nível dos DPGs da MPG3a, porém a Ambiência Pedagógica é diferenciada pela forma de mediação que se estabelece. No caso da MPG3b, a mediação se faz pela exposição oral do raciocínio do professor para os APDs. Na MPG3a, este raciocínio está disponibilizado em forma de simulação em um sistema informatizado. E o APD pode, além de acessar as informações, acompanhar o raciocínio do Professor disponibilizado no sistema a partir de qualquer um dos pontos, bem como verificar como ocorrem os possíveis desdobramentos, podendo ainda desenvolver o seu próprio raciocínio, explicitá-lo no sistema e refletir sobre ele em diferentes níveis de abstração.

Observa-se por exemplo que o Ma do APDs no SEstat é provocado desde o início e lhe são oferecidas condições para operar em todos os níveis de abstração. Ao passo que na Ambiência da MPG3b os APDs estão limitados ao raciocínio do professor ou à linearidade do texto didático no livro. Com a simulação, o Movimento de Aprendizagem pode tomar a dinâmica e a complexidade que o processo de interação do APD alcance, respeitando suas experiências e suas condições de operação.

3.3.5 Inferências Gerais: O Movimento de Aprendizagem e a Generalização do Conceito na Mediação Pedagógica em TCD

Tudo é um movimento total ininterrupto e indiviso, é que cada ‘coisa’ é abstraída apenas como uma faceta ou aspecto relativamente invariante desse movimento.

Bohm

Em vez de dizer um “*Observador olha para um objeto*”, pode-se dizer mais adequadamente: *A observação está ocorrendo, num movimento indiviso envolvendo essas abstrações comumente chamadas de ‘Ser humano’ e de ‘objeto’ para o qual ele está observando*” (Bohm, p. 54). Nesse entendimento o movimento é tomado como uma ação básica, diferentemente da concepção da existência de coisas separadamente, estáticas. O observador e a coisa observada são vistas como estados relativamente invariáveis, indivisíveis de um movimento contínuo, como uma dobra, desdobra, redobra (Deleuze, 2000). Para se perceber dessa forma a relação Sujeito-Objeto é preciso situá-la não em um ou em outro pólo, mas na possível interação que pode ocorrer e que ocorre como fluxo, como movimento dinâmico, como um inteiramente *outrem* – como um *Tertium*. O objeto é enriquecido pelo sujeito como o meio o é pelo organismo. Ao mesmo tempo que o sujeito reelabora as suas próprias estruturas na interação com os objetos, os objetos são construídos a partir da percepção do sujeito. As interações excluem simultaneamente tanto o empirismo como o apriorismo em favor de uma construção contínua comportando aspectos indissociáveis de totalidades relacionais e de desenvolvimento histórico que se faz por constantes ultrapassagens dialéticas.

O conhecimento é um processo de auto-organização dinâmica que se põe sempre como um *outrem*, um *Tertium*. *Nem o fenótipo nem o genótipo são determinantes, diz Waddington (são necessários), e sim o genoma - este se define na dinâmica de sua interação* (Piaget, 1988). A construção do conhecimento é, pois, a história de uma auto-organização progressiva. As suas transformações são sempre alargadas e aprofundadas no sentido de uma espiral em profundidade que não se repete mas se desdobra sempre em novas dimensões implicando-se indefinidamente. O sentido da implicação contempla tanto o envolvente quanto o envolvido, tanto a profundidade quando a extensão. Define-se pela

intensidade expressa nas diferenciações, sem deixar de contemplar todas as outras relações e todos os outros pontos que se exprimem mesmo que em estado de imanência.

O atual e o virtual fluem um no outro, e enquanto o virtual se objetiva no atual, a idéia se objetiva no conceito, o movimento é demarcado por acontecimentos que podem se expressar em alguns casos por evidências e em outros por hiatos. Movimentar-se nessa Ambiência, inserir-se nesse movimento, apreender os acontecimentos, ou o propriamente chamado Movimento da Aprendizagem numa Ambiência Pedagógica Mediada pela TCD, é o que move este estudo.

Constata-se que em função da TCD é possível observar materialmente o movimento do APD na reelaboração e explicitação de suas estruturas de raciocínio no confronto com os DPGs organizados (sistemática e intencionalmente) numa Ambiência Pedagógica.

Para se acompanhar o raciocínio deste estudo é necessário entender a pedagogia como um plano de imanência que implica o processo de aprendizagem em todas as suas diferentes dimensões. Pois esta pesquisa não trata de explicitar uma teoria pedagógica, mas sim se desenvolve num processo de pesquisa orientado, dirigido por uma teoria que se faz imanente no decorrer das observações, das análises e das reflexões. Essa teoria pedagógica está aqui entendida como um plano de imanência. Isto é, todas as ações desenvolvidas neste estudos estão banhadas, ou transversalizadas, por um sentido pedagógico concernente com uma determinada teoria de conhecimento, tendo como amplitude multidimensional a complexidade inédita do novo modo do ser, do novo modo do saber e do novo modo do apreender amplamente discutido no capítulo anterior.

Em relação ao processo de trabalho pedagógico, a Linguagem Digital promove dois acontecimentos inéditos que implicam diretamente no modo do apreender. Um é o modo transversal do saber no ciberespaço de caráter fluido, célere, imprevisível, desterritorializado, transversalizado, rompendo com as referências de tempo, de espaço, de valores até então reconhecidos social e culturalmente. O outro acontecimento é a experiência virtual que se dá por simulação. A simulação em ambiente de *software* ou em ambiente de Realidade Virtual não é uma experiência em primeiro grau, não é o todo, mas também não é o seu contrário. A simulação cria um espaço topológico eternal, entre o atual

e o virtual. Nem é a experiência objetiva empírica sensível, e nem é a abstração subjetiva dela, mas um *Tertium* por onde passa e retorna todo e qualquer pensamento, é o espaço do fluxo recorrente entre idéia e conceito.

Os programas de simulação virtual representam um sistema real, no qual as ações básicas dos Aprendentes são de alterar significados, valores, variáveis, relações, observando e conferindo os resultados sem deixar de perceber as múltiplas implicações.

A relevância da aprendizagem por simulação virtual se evidencia porque: primeiro, permite a criação, a construção do conceito, está muito próxima e é concernente à aprendizagem criativa; segundo, porque a aprendizagem por simulação é fácil de ser desenvolvida, é prazerosa, é um processo muito semelhante às experiências de primeira mão. A aprendizagem por experiências virtuais concerne à emergência do novo como um rizoma, como um processo de auto-organização. Como a experiência por simulação não está limitada ao estado atual das coisas, pode fluir imprevisivelmente, operando com o inédito. As operações dos Aprendentes num ambiente de simulação podem fluir em diferentes níveis e direção, favorecendo condições de se construírem estruturas de generalização do conceito no plano do pensamento operatório formal.

Outro aspecto importante da simulação virtual é que o sistema pode responder tanto a pressupostos conceituais como a pressupostos operacionais na aprendizagem. Para observar e avaliar a dinâmica desse processo de interação virtual foi necessário criar uma metodologia concernente à dinâmica do Movimento de Aprendizagem.

O movimento da Aprendizagem que se procura acompanhar neste estudo se faz na dimensão Horizontal e Vertical ao mesmo tempo. Geralmente, Movimento Horizontal se faz em ações do tipo de AE e está mais limitada aos observáveis. As ações de AP e AR, que não deixam de ser um Movimento Horizontal pois são sempre a subsunção de uma AE que se reorganiza em um novo patamar, são essencialmente um Movimento em Profundidade. O Movimento em Profundidade se constitui a partir de ações coordenadas de estruturas já construídas e reorganizadas em um novo patamar, sempre no sentido de ampliação e complexificação.

Uma Abstração Reflexionante em seu primeiro movimento transpõe a um plano superior o que abstraiu na dimensão precedente, é o reflexionamento (*réfléchissement*) e

compreende a conceituação de uma ação. Em seu segundo movimento, o da reflexão (*réflexion*), constrói sobre essa nova dimensão o que foi abstraído do plano precedente como conceito e se põe em relação com os elementos já situados nesse patamar, desencadeando uma reorganização dinâmica, fluida, sem precedentes, determinada agora pela necessidade intrínseca do processo do conhecer.

Entende-se como necessidade intrínseca a necessidade de reorganização de uma estrutura em outro patamar promovida pelo grau de intensidade estabelecido nas diferenciações que ocorre pela repetição das diferenças e singularidades dos elementos abstraídos do Objeto de Conhecimento⁴⁵ em estado de coordenação mental. Num sistema de simulação virtual os caracteres podem ser multiplicados infinitamente, oferecendo condições de se estabelecerem inúmeras diferenciações e relações de ordem multidimensionais.

O Movimento da Aprendizagem geralmente se inicia no sentido de um Movimento Horizontal mas não se limita a ele, se estende inexoravelmente para um movimento em amplitude e profundidade que ocorre no tipo de AR. Esses movimentos podem ser observados em todos os estágios de desenvolvimento do Sujeito Epistêmico⁴⁶, desde as ações sensório-motoras às operações formais. Num sistema de simulação virtual esse Movimento pode ser visualizado e potencializado pela possibilidade de replicação infinita dos caracteres de diferenciação, que definem a intensidade e provocam os acontecimentos.

Entretando, para se falar de uma aprendizagem ideal, no estágio operatório formal, o caso de nossos Aprendentes, é necessário considerar ainda um terceiro movimento que ocorre em uma nova dimensão no tipo AR e que concerne ainda um nível mais complexo de profundidade e amplitude, que é a tomada de consciência, ou seja: quando a reflexão é obra do pensamento e se torna uma necessidade intrínseca, como uma construção recorrente, reflexão sobre reflexão - coordenação de ações sobre ações coordenadas. Neste estado o Aprendente dobra-se sobre seu próprio pensamento, desdobrando-o em um novo

⁴⁵ *Objetos de Conhecimento*: não são necessariamente objetos físicos, mas sim o todo que pode ser conhecido. Objetos, fenômenos, fatos, ações, proposições - ações mentais coordenadas de primeira, segunda, enésima potência.

⁴⁶ *Sujeito Epistêmico*: na concepção piagetiana é o sujeito do conhecimento; neste estudo, para identificá-lo utilizamos a expressão Aprendente, extraída da origem do termo francês *aprenant* e ampliada e popularizada pelo Prof. Assmann, 1998.

sentido. É o que em Piaget (1977) se chama de Abstração Refletida (*réflechi*) e Bohm (1999) denomina de redobra.

Esse é um processo dinâmico, autônomo, infinitamente flexível. Em hipótese alguma é predefinido. Esse processo de aprendizagem é criação e define-se no próprio movimento, na possível interação entre o Sujeito Epistêmico e o Objeto do Conhecimento - que não é, necessariamente, um Objeto Externo – no nível do empírico. Sujeito e Objeto fluem um no outro constituindo um *outram*, um *Tertium*, singular, indivisível, dinâmico, imprevisível (uma relação ontofilogênica). É o que em Piaget se considera a tomada de consciência, o estado de autonomia, em que se opera sob a condição da necessidade intrínseca. Isto é, o pensamento opera numa condição autônoma que promove contínuas ações de coordenações de ações coordenadas, que se colocam como princípio dinâmico constituído-constituente.

Esses são os movimentos que constituem a Abstração Reflexionante (*réfléchissante*). Portanto, a Abstração Reflexionante apóia-se sobre todas as atividades cognitivas do sujeito (esquemas, estruturas, coordenação de ações, proposições, operações) e ocorre plenamente no estágio do pensamento operatório-formal. As ações desse nível de pensamento operam autonomamente⁴⁷ em qualquer situação, em situações inéditas, o que neste estudo se considera como a Generalização do Conceito – o nível de aprendizagem ideal. Ou seja, a Generalização do Conceito funciona como um princípio que opera e responde de forma inédita, porque concerne uma ação autônoma de coordenação de estruturas e de ações coordenadas que são constituídas-constituintes do próprio ato do conhecer.

Constata-se nestas observações que quando o Aprendiz encontra uma Ambiência Pedagógica que lhe disponibiliza condições de operar em todos os tipos de Abstração, ele pode atingir o nível da Generalização do Conceito potencializando tempo e espaço na mediação pedagógica. Um sistema de simulação, organizado a partir de um propósito pedagógico que atua como plano de imanência, pode possibilitar um novo modo de

⁴⁷ *Autonomamente*: entende-se como a competência para o exercício de autonomia. É uma competência de sentido cognitivo, lingüístico, motivacional, moral e interativo.

aprender, concernente à fluidez, à transversalidade, à dinâmica do ato de conhecer como um processo de auto-organização, de criação, como a potência implícita de um rizoma.

Observando-se as ações dos Aprendentes pode-se analisar o Movimento de Aprendizagem não só a partir de ações operacionais, mas também como ações conceituais em diferentes tipos de abstração. A observação feita nesta pesquisa mostra que o Aprendente, na interação mediada pelo SEstat na base Treinamento, em seu primeiro movimento transpõe para plano superior - o módulo Avançado - o que abstraiu na dimensão precedente, promovendo um reflexionamento que compreende a conceituação de uma ação. Em seu segundo movimento, o da reflexão, o APD constrói sobre essa nova dimensão o que foi abstraído a partir de uma base criada por ele, colocando-o em relação com os elementos já situados nesse patamar. Isto é, o processo de Aprendizagem do APD observado no processo mediado pelo sistema desencadeia-se numa reorganização dinâmica, fluida, sem precedentes, determinada agora pela necessidade intrínseca do processo do conhecer.

IV O PORTO ou Estação Navegante

ESTAÇÃO NAVEGANTE: DOBRA, DESDOBRA E REDOBRA

Quando o próprio mundo se descobre cérebro, enquanto expressão e produção se abre para a materialidade do moderno e a relação homem máquina torna-se expressiva/produzida de um devir que não tem mais sujeito distinto de si mesmo, que não tem mais fora, não tem mais dentro: rizoma coletivo, temporal e nervoso; devir que porta consigo o pensamento como auto-objetivação da natureza através de relações diferenciais (no momento em que toda a diferença se esfuma entre a natureza e o artifício).

Alliez

1. Estação Navegante: Dobra, Desdobra e Redobra

O homem é um ser cultural que desenvolve de forma surpreendente suas condições de existência. Realiza-se como ser humano na cultura e pela cultura através de seu aparelho biológico, que lhe possibilita observar, agir, saber, aprender, sentir e comunicar-se – o corpo-cérebro. O ser humano se realiza como ser humano na relação cérebro-cultura. Ser e cultura definem-se pelas relações que estabelecem entre si. São relações de interação, não entre duas coisas separadas, mas sim dois aspectos de um só movimento, de um mesmo fluxo (ontofilogenético). Um flui no outro dinâmica e ininterruptamente.

A globalização posta pelas formas de comunicação implicadas com a linguagem digital é a grande transformação que se faz imanente na cibercultura. A comunicação digital supera os atuais conceitos de tempo e espaço, rompendo os vínculos sociais já estabelecidos entre pessoas, grupos, nações. O ciberespaço abriga não só uma infraestrutura material de comunicação digital; abriga também o universo de informações e de seres humanos que navegam e alimentam esse universo. A concepção de tempo e espaço toma uma dimensão topológico-eterna e as relações emergem como uma nova cultura, a "cibercultura". Isto é, a cibercultura é o conjunto de técnicas, de materiais, de atitudes, de modos de pensamento, de valores, que vão se constituindo e crescendo exponencialmente junto com o desenvolvimento do ciberespaço. A cada instante novos atores entram em cena, novas informações são injetadas na rede; mais esse espaço se amplia, mais os atores se transformam.

A presença ou a ausência desta ou daquela forma de comunicação remete a um determinado grupo social e localiza-o no tempo e no espaço, conferindo-lhe uma determinada identidade, ou um determinado modo do ser. Essa nova dimensão de comunicação está cada vez mais definida em *bits - em fluxo de impulsos*. Simultaneamente, convive-se com inúmeras abordagens, concepções, culturas, valores. É possível estar aqui em estado atual e virtualmente em qualquer lugar ao mesmo tempo. O mesmo saber pode ser acessado no mesmo espaço, ao mesmo tempo, por diversas formas de comunicação, por inúmeros indivíduos, e sofrer interferências destes, sendo alterado substancialmente em seu

modo de ser. Deslegitimado, desterritorializado. A linguagem digital implica todas as formas de comunicação, concerne à oralidade, à escrita, à imagem, ao som, ao colorido, às ações, aos sentimentos e valores.

Isto significa que a celeridade e a forma como se organizam, como se selecionam, como se veiculam e se acessam as informações alteram as relações, implicando profundamente nas interseções entre filosofia, ciência e arte, entre o modo do ser, do saber e do aprender. Embora o acesso direto ao sistema de informação digital seja ainda restrito a um pequeno número de pessoas, de uma forma ou outra todos estão implicados nesse sistema de comunicação, pois se trata de um processo de transformação profunda que se estende a todas as instâncias de produção sócio-econômico-cultural. Este é um processo de transformação imanente em todas as dimensões da existência humana.

A comunicação digital desmaterializa a informação e opera em vórtices, promovendo acontecimentos que engendram uma nova cultura. Na cibercultura o homem objetiva suas realizações e objetiva-se em forma de *bits*. Os *bits* põem outra dimensão de tempo e espaço. O seu espaço-tempo é topológico-eterno. Um ícone topológico-eterno constitui-se na intensidade do movimento, na pulsão de um vórtice, disponível numa rede de acontecimentos. Esse novo modo do ser - *o Homo Complexus* - se constitui nesse estado de ruptura, de provisoriedade, operando com uma espantosa complexidade de informações globalizadas e desterritorializadas, na pulsão da cibercultura. É nas relações desse humano com a cibercultura que se inserem os processos de educação. A educação está implicada com esse novo modo do ser e do saber.

O novo modo do saber na cibercultura rompe com os esquemas cristalizados de nossa formação, que calibram nosso olhar na direção do sistêmico, do hierarquizado, do fragmentado, de um currículo estratificado a partir de alguns fundamentos. Para se captar a realidade desse movimento sutil, fluido, que nos enreda, é preciso um olhar multidimensional. É preciso colocar-se numa posição de multirreferencialidade para saborear o novo entorno e se entender nele, num entorno que vai se definindo cada vez mais pela Tecnologia de Comunicação Digital.

O poder do saber na cibercultura não está mais centrado em uma pessoa ou em um grupo de pessoas, ou em uma determinada hierarquia curricular, ou naquele livro. Está

distribuído, materializando a idéia de que o saber tem uma volatilidade e um movimento dinâmico. É um saber alimentado transversalmente por inúmeros saberes, por pessoas de todas as partes do mundo e de todos os níveis sócio-culturais.

4.1. A Dobra

A Tecnologia de Comunicação Digital põe-se cada vez mais em todas as dimensões da existência. Em relação ao processo de trabalho pedagógico a Linguagem Digital promove dois acontecimentos inéditos que implicam diretamente no modo do apreender. Um é o modo transversal do saber que está sendo engendrado no ciberespaço: fluido, célere, imprevisível, desterritorializado, rompendo com as referências de tempo, de espaço, de valores até então reconhecidos social e culturalmente; o outro é o modo do apreender nos acontecimentos promovidos na experiência virtual que se dá por simulação digital, superando os modelos convencionais de controle didático-pedagógico.

O modo do fazer pedagógico, em que os limites estabelecidos nos esquemas predefinidos estão muito presentes, estão sendo superados e enriquecidos com o novo modo do saber e apreender implicado em Tecnologia de Comunicação Digital. As interseções que se estabelecem entre a pedagogia e essa tecnologia nos processos de ensino provocam uma transformação evidente na Ambiência Pedagógica. As observações feitas nesta pesquisa mostram os desdobramentos desta interseção em diferentes dimensões. Do mirante em que se calibra o olhar para o foco mais amplo, o Projeto Piloto MEC/SESu, e deste para as Mediações Pedagógicas. A cada aproximação constata-se acontecimentos inéditos que vão emergindo como metades desiguais ímpares.

O Projeto Piloto MEC/SESu desenvolveu-se num esforço conjugado entre a Secretaria de Ensino Superior do Ministério de Educação, o Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina e equipes de professores interessados em desenvolver condições de informatizar o ensino nas engenharias, através de subprojetos.

Os subprojetos analisados em um dos planos desta pesquisa foram desenvolvidos por equipe de professores e bolsistas de graduação e pós-graduação dos cursos de engenharia e constituem-se basicamente no desenvolvimento e utilização de *softwares* do tipo simulação ou Aplicativos Pedagógicos para o ensino nos cursos de Engenharia. Os

sistemas analisados podem ser acessados e utilizados em ambiente de laboratório ou em ambiente de rede.

Os *softwares* ou os Aplicativos Pedagógicos foram desenvolvidos para ajudar o raciocínio do Aprendiz. O *software* do tipo simulação ao mesmo tempo que representa, através de expressões matemáticas, um sistema seja de ordem natural ou artificial, pode possibilitar também a representação do raciocínio da interação do Aprendiz. Estas são propriedades que podem transformar a Mediação Pedagógica, pois implicam diretamente no Movimento de Aprendizagem. Em um *software* do tipo simulação desenvolvido para o ensino o Aprendiz pode observar e avaliar o seu raciocínio (não apenas *abstratamente*) explicitado no sistema e debruçar-se sobre ele, refletir sobre sua pertinência ou não, avaliando suas hipóteses, tratando com diversas variáveis simultaneamente. Ou seja, o Aprendiz pode pensar e apreender um problema estatístico, de física, de termodinâmica, de resolução de cálculo, desenvolvendo simulações no computador para verificar suas hipóteses, para construir seus conceitos. Além de explorar os recursos para apreender e criar, ele está estabelecendo uma relação diferenciada com seu próprio eu, com seu raciocínio – a de operar sobre seu pensamento objetivado numa expressão matemática de forma extensa e complexa - que nem sempre é possível em uma explicitação de cálculo numérico desenvolvido na linguagem convencional. Em forma de simulação ele pode desdobrar seu raciocínio explorando um milhão de caracteres de um fenômeno ou de um objeto analisado, visualizando os resultados. O que não seria possível na forma convencional de cálculo, em que não se visualizam e nem se desdobram os procedimentos como pode ser feito num sistema de simulação digital.

Como os *softwares* ou os Aplicativos Pedagógicos desenvolvidos foram elaborados por uma equipe de professores e também estudantes de pós-graduação, são muito fáceis de serem utilizados, porque adaptados às situações de ensino. É evidente que este trabalho de produção e utilização de Aplicativos Pedagógicos requer dos professores uma dedicação intensa e um redobrado trabalho.

Em síntese, as análises feitas neste plano de pesquisa que trata de analisar uma Ambiência Pedagógica de forma ampla, indicam as seguintes considerações:

- **A emergência de se desenvolver conceitualmente uma idéia de currículo topológico, que comporte o modo do saber transversal.** As manifestações dos professores envolvidos no desenvolvimento do projeto de informatização do ensino revelam a necessidade de se criar um espaço de aprendizagem que possibilite uma ação pedagógica interacional, cooperativa, compartilhada, rompendo as estruturas lineares do ensino convencional. A concepção de currículo no modelo de uma grade de disciplinas e conteúdos hierarquizados bem como a fragmentação dos horários revelam-se cada vez mais insuficientes nesta nova dimensão pedagógica que emerge das interseções com a Tecnologia Avançada de Comunicação Digital.
- **As evidências de uma transformação na concepção pedagógica tanto dos Professores como dos Aprendentes envolvidos nos processos de ensino informatizados rompem com o modelo de cultura escolar vigente.** O uso de recursos informatizados no ensino, por um lado, motiva a participação de Professores e Aprendentes aproximando-os mais do movimento da realidade quotidiana, profissional, que está hoje sendo transformada pela tecnologia, singularmente nas áreas de engenharia. Por outro lado, as equipes envolvidas nos projetos de informatização do ensino desenvolvem estudos e trabalhos articulados pelo princípio da cooperação, do compartilhamento de esforços, tendo que fazê-lo em alguns casos em função da estrutura de organização, em horário extraclasse e muitas vezes com o mínimo de recursos.
- **A participação dos envolvidos em eventos científicos e o caráter das publicações indicam uma transformação no fazer dos professores, que passam a ser também pesquisadores na área de ensino, ou no como ensinar com recursos informatizados.** O interesse dos professores não é só pelas questões da exploração dos recursos informatizados mas também pelas implicações pedagógicas. Esta preocupação está levando os professores a uma reestruturação em sua concepção e prática de ensino, requerendo estudos e aprofundamentos contínuos tanto em relação à área de conhecimento específico que ensinam como em relação ao modelo pedagógico que desenvolvem.

- **A potencialização de tempo, espaço e recursos quando se trabalha pedagogicamente com recursos informatizados.** Explorando recursos de simulação e em rede, os Aprendentes podem realizar seus estudos e experiências em caráter virtual com menor custo, menor tempo e menores riscos, sem reduzir as condições de aprendizagem em relação a experimentações em estado atual.
- **As análises revelam o comprometimento institucional da administração do Centro Tecnológico com os projetos de informatização do ensino, ampliando e atualizando condições e recursos.** Embora essa ampliação, em relação ao número de laboratórios, de equipamentos, de pessoal técnico e de bolsista, não seja ainda suficiente, registra-se um grande desenvolvimento nessa área nos últimos cinco anos. São evidentes as ações de abertura, interesse e ampliação-atualização da base tecnológica no CTC/UFSC. Além de garantir essa ampliação, há uma preocupação imanente em gerar condições culturais e estruturais para essa transformação. Ou seja, tem-se promovido Workshops, Seminários, Palestras e Reuniões para gerar condições de maior socialização e compartilhamento entre os diferentes projetos. Entretanto, embora se reconheça nos projetos em desenvolvimento uma potencialidade pedagógica inédita, eles estão ainda acontecendo de forma isolada. Ou seja, internamente estabelecem uma dinâmica de cooperação que é interessante, mas para romper com a cultura escolar e as estruturas curriculares instaladas e adversas é necessário intensificar as discussões entre as diferentes equipes de produções e ampliar os espaços de compartilhamento das produções, estendendo-as para todo o corpo docente e discente do CTC, dos demais centros, bem como a outras instituições de ensino de Engenharia.
- **As alterações no Movimento de Aprendizagem dos Aprendentes envolvidos no uso dos recursos desenvolvidos no Projeto Piloto MEC/SESu mostram que as intersecções entre tecnologia e pedagogia não se dão gratuitamente.** Os *softwares* desenvolvidos para ajudar o raciocínio nas diferentes disciplinas, fazendo com que o aluno possa pensar sobre um problema de física, de matemática, de termodinâmica, de eletrônica ou de estatística através de simulação, são acessíveis e flexíveis, ao mesmo tempo que dão conta da complexidade da construção do conceito em determinada disciplina, facilitando a superação do modelo pedagógico da transmissão de conteúdos

fragmentados e hierarquizados. Isto é, alteram a forma de ensino convencional baseado em um modelo linear e fragmentado para um processo dinâmico de interação, promovendo a construção do conceito, apreendendo-o de forma dinâmica e gradativa, contrariamente ao processo de acumulação de informação ou de matéria.

Estas conclusões emergem do plano inicial da pesquisa e remetem à necessidade urgente de se fazerem inferências radicais na Ambiência Pedagógica, construindo espaços atuais e espaços virtuais, onde se opere de modo científico e cooperativo a construção de uma proposta pedagógica mediada por recursos informatizados que dê conta de constituir um Movimento de Aprendizagem concernente com a nova cultura - da cultura que opera como um plano de imanência nos espaços da comunicação digital, isto é, de reconhecer que o processo pedagógico está se movendo de uma cultura de transmissão e cálculo para uma cultura de criação e simulação.

4.2. A Desdobra

A exploração da Tecnologia de Comunicação Digital no processo de trabalho pedagógico não é apenas uma questão de escolha, é uma questão de necessidade emergente na cibercultura.

A evolução da filosofia, da ciência e da arte transversalizadas, de forma singular, pela evolução da Tecnologia de Comunicação Digital exige uma flexibilidade e complexidade cada vez maiores nos processos de formação do homem de maneira geral e de sua profissionalização em particular. Os processos educacionais tratam de interferir no destino multifacetado desse humano. É no processo de trabalho pedagógico que se organizam e se observam de forma intencional e sistemática essas relações.

A dinâmica dessa relação - cérebro-cultura, que opera no plano individual-coletivo - constitui uma questão, epistemologicamente falando, de relação Sujeito-Objeto. Isto é, o objeto é enriquecido pelo sujeito como o meio o é pelo organismo. Para se perceber dessa forma a relação Sujeito-Objeto é preciso situá-la não em um ou em outro pólo, mas na possível interação que pode ocorrer e que ocorre como fluxo, como movimento dinâmico, como a constituição de um inteiramente *outrem* – como um *Tertium*. Ao mesmo tempo que

o sujeito reelabora as suas próprias estruturas na interação com os objetos, os objetos são construídos a partir da percepção do sujeito.

Observando-se como este movimento acontece quando uma ação pedagógica é mediada por um sistema de simulação digital, pode-se visualizar esse movimento. O Aprendiz movimenta-se reelaborando suas estruturas no confronto com os Desafios Pedagógicos organizados (sistemática e intencionalmente) numa Ambiência Pedagógica que pode contemplar, num plano de imanência, a complexidade inédita do modo do saber e do modo do apreender. Nessa mediação o que ocorre não é nem a experiência objetiva empírica sensível, nem a abstração subjetiva dela, mas um *Tertium* por onde passa e retorna todo e qualquer pensamento; é o espaço do fluxo recorrente entre idéia e conceito. Esse é o espaço da Aprendizagem; da Aprendizagem entendida como o movimento entre a idéia e o conceito, entre o virtual e o atual, desenvolvendo-se através de diferentes tipos de abstração. Esse Movimento de Aprendizagem quando mediado por um sistema de simulação digital pode ser visualizado tanto em seus aspectos conceituais como em seus aspectos operacionais.

No terceiro plano desta pesquisa, nas observações sistemáticas verticais realizadas em três dimensões de Mediação Pedagógica, acompanhando esse Movimento de Aprendizagem mediado por um sistema de simulação – o SEstat, constatam-se algumas indicações interessantes.

- **A Ambiência Pedagógica como um todo implica diretamente no Movimento de Aprendizagem.** O que define o nível do Movimento da Aprendizagem é a congruência interna entre os elementos e fatores que constituem a Ambiência Pedagógica e a possível interação com o sujeito Aprendiz. Cada um dos sujeitos Aprendentes ou cada uma das equipes reagem de forma e em ritmos diferentes na mesma Ambiência de Aprendizagem, pois essa reação depende também dos esquemas e estruturas anteriormente construídos como resultado das suas experiências.
- **A alteração de um dos atores que compõem a Ambiência Pedagógica pode alterar o Movimento de Aprendizagem de forma significativa.** Numa mesma Ambiência Pedagógica, com os mesmos atores, a modalidade de ensino utilizada altera o nível de Aprendizagem. Quando se desenvolve um processo de ensino no modelo de Aulas

Expositivas, geralmente o Movimento de Aprendizagem se expressa no mesmo modelo da transmissão. Entretanto, quando se disponibiliza uma sessão de estudos mediada por um sistema de simulação, o Movimento de Aprendizagem pode ser inédito. Isto é, nem todos os Aprendentes desenvolvem o seu raciocínio ou respondem pelo mesmo modelo. O sistema de simulação permite ao Aprendente elaborar o seu raciocínio partindo de qualquer ponto do Desafio Pedagógico e responder de acordo com seu nível de experiência. O seu desenvolvimento não está predefinido como no sistema de ensino convencional.

- **O Movimento de Aprendizagem, no sistema de simulação virtual, pode ser visualizado e potencializado pela possibilidade de replicação infinita dos caracteres de diferenciação do fenômeno estudado, possibilitando uma aprendizagem complexa e definida pela intensidade dos acontecimentos.** Quando se pode operar com um número infinito de caracteres e diferenciações, o saber e o aprender têm um fluxo transversalizado por inúmeras inferências. Um flui no outro, desdobrando-se em inúmeros os processos de significação e ressignificação. Isto possibilita uma apreensão cada vez mais ampla e mais profunda do objeto de conhecimento em questão.
- **Um sistema de Simulação Digital organizado para o ensino potencializa o Movimento de Aprendizagem em relação ao tempo, espaço e nível de aprendizagem.** Ou seja, possibilita ao Aprendente ascender do nível de uma Abstração Empírica para uma Abstração Reflexionante numa mesma inserção pedagógica, ao contrário do modelo de ensino convencional em que o Aprendente recebe informações fragmentadas e hierarquizadas e tem limites preestabelecidos para manifestar suas respostas. O sistema de simulação pode potencializar o Movimento de Aprendizagem nesse nível porque contém e disponibiliza todos os desafios de um determinado problema ou fenômeno simultaneamente, permitindo ao Aprendente operar segundo seu nível de abstração e seu potencial de interesse, desencadeando assim um movimento de reorganização interna de suas ações mentais.
- **Um processo de ensino-aprendizagem mediado por um sistema de Simulação Virtual pode garantir uma Aprendizagem em nível de Generalização do Conceito.** O nível de Aprendizagem como Generalização do Conceito funciona como um

princípio que opera e responde de forma inédita, porque concerne a coordenações autônomas de ações mentais que são constituídas-constituintes do próprio ato do conhecer. Este movimento pode ocorrer em outras formas de mediação pedagógica, porém dificilmente pode-se visualizar o movimento para se fazer as interferências necessárias. Pois num trabalho com base na modalidade de ensino de aulas expositivas, em que raramente o Aprendizente externa o seu raciocínio, o processo ocorre somente no sentido subjetivo, e o que se objetiva é o resultado e não o processo. O resultado expressa um modo do saber, como saber dado, codificado, estático, temporal e territorializado. Nesta concepção o conhecimento como resultado é transformado em informação, passível de transmissão.

- **A modalidade de ensino por Simulação Digital promove, mais intensamente que em uma situação convencional, a emergência da Aprendizagem como uma Necessidade Intrínseca.** A Necessidade Intrínseca é um estado de motivação interna gerada pela intensidade do Movimento de Aprendizagem. Quando o Aprendizente se reconhece num Movimento de Aprendizagem em que age como um princípio imanente dinâmico e criativo, está dada a base da Necessidade Intrínseca, em que a ação de aprender não é mais um processo externo, é um processo de auto-organização imanente ao Ser. As ações desse nível de pensamento operam autonomamente em qualquer situação, em situações inéditas como um rizoma, o que nesse modo do conhecer se considera uma Aprendizagem em nível de Generalização do Conceito.
- **Os hiatos (o não-saber) tornam-se observáveis e são importantes nesta concepção de Aprendizagem como Movimento.** Numa aprendizagem por Simulação o Aprendizente pode operar por hipótese e visualizar por que e em que seu raciocínio não dá conta da resposta necessária. E o professor ou mesmo o sistema (agente inteligente) pode interferir e provocar um novo raciocínio. Este estado de operação se faz presente, de certo modo, também nas intervenções convencionais de ensino, porém não se faz explícito e por isso geralmente é considerado apenas como erro. Nesta concepção de aprendizagem a hipótese não é considerada erro, e sim um indicador do estado de transição necessário no processo de construção do conhecimento. Este processo é facilitado num ambiente de simulação digital porque nessa mediação os desafios se

põem de forma simultânea e flexível. O Aprendiz pode estar escolhendo, como ponto de partida, qualquer ponto, na complexidade da arquitetura conceitual do sistema, que seja de seu interesse e responda ao seu nível de desempenho naquela questão. Ele supera as ações de ensaio e erro orientadas por um *feedback* do sistema. Isto é, não só opera no sentido de estender, de alargar as suas ações mentais pela repetição dos dados, mas, além de ampliar os observáveis, complexifica e aprofunda o raciocínio – eleva para outro patamar, reestrutura a sua apreensão – no sentido do movimento de uma *Espiral em Profundidade*.

- **Numa Ação Pedagógica mediada por um sistema de Simulação Digital o Aprendiz pode operar numa condição de pensamento autônomo, realizando contínuas ações de coordenação de ações mentais, que se constituem em princípio dinâmico criativo, como um próprio rizoma.** As Interações mediadas por sistema de Simulação Digital podem ocorrer tanto individualmente como cooperativamente, no compartilhamento de recursos e idéias, construindo coletivamente, de modo presencial ou virtual, conceitos e valores.
- **Uma Interferência Pedagógica mediada por um sistema de simulação como o SEstat é intensamente diferenciada de uma Interferência Pedagógica no modelo convencional.** A relevância da Aprendizagem mediada por simulação digital evidencia-se porque permite a criação, a construção do conceito; está muito próxima e é concernente à Aprendizagem Criativa. A mediação pelo SEstat mostra o fluxo do Movimento de Aprendizagem e não somente o resultado, o saber elaborado, dado. Revela a fluidez do processo da idéia retornando ao conceito em outro patamar, convertendo o objeto em um novo sujeito, convertendo-se em um novo modo do ser e do saber. As aulas expositivas, ou as provas, revelam o modo do ser e do saber dado naquele momento. O esforço do registro de um percurso, no caso o registro feito no relatório do Projeto de Pesquisa, é um exercício de aprendizagem, sim, porém tem um outro caráter que não o da interação simultânea em tempo eterno que ocorre numa Simulação Digital. No caso das provas ocorre o mesmo processo, embora o Aprendiz esteja operando para resolver os exercícios; o que é avaliado é o que é possível de ser registrado: os resultados. Relatórios e provas são um único e múltiplo momento –

presente que contém o passado e projeta o futuro - porém são temporais, territoriais, não são eternal, não são fluxo, não são movimento, como ocorre nos processos de interação mediados por sistema do tipo Simulação Digital, que pode ser explorado presencial e virtualmente tanto em Laboratório como em Rede – www.

- **Um *software* desenvolvido para o ensino é um sistema em constante desenvolvimento pois a natureza de seu propósito - o Movimento de Aprendizagem - encerra esse caráter.** O SEstat – *software* escolhido para esta observação vertical – está em desenvolvimento, é um sistema flexível e aberto, concernente a este estudo, tanto no que diz respeito a análises de caráter pedagógico como a estudos ergonômicos que se reconhecem necessários. A sua utilização em cada aproximação realizada na pesquisa revela necessidade de se avançar e atualizar os seus processos nos dois sentidos - pedagógico e ergonômico.
- **O *software* do tipo Simulação, além de estar dotado de potentes recursos pedagógicos, é uma ferramenta que familiariza o Aprendente com os desafios profissionais do mercado atual.** No desenvolvimento de uma ação pedagógica mediada por um *Software* se tem presente que a simulação não é o fato, a experiência ou o fenômeno no estado atual. Este é sempre ainda mais dinâmico. Mas está bem mais próximo do atual do que a mera exposição verbal sobre a coisa. Ou seja, um *software*, mesmo desenvolvido como um sistema especialista, no modelo Simulação é uma descrição matemática de um sistema natural ou artificial. Não representa a realidade de uma experiência na forma atual mas possibilita experiências virtuais inéditas do problema sustentado em equações matemáticas, evidenciando propriedades e características fundamentais para o entendimento do fenômeno, muito próximo de uma experiência em situação atual.
- **O desenvolvimento e o uso de *software* no processo ensino-aprendizagem estão provocando transformações culturais e estruturais na Ambiência Pedagógica do CTC.** As transformações culturais têm sempre um ritmo diferente das transformações científico-tecnológicas. As culturais são mais demoradas pois implicam não só novas concepções científicas mas também novas relações institucionais e sociais, alterando valores e o processo de gestão e de poder. Essas alterações estão ocorrendo na

Ambiência Pedagógica do CTC, ainda que de forma pontual. Principalmente entre as equipes envolvidas com os projetos desinstalando o paradigma pedagógico convencional e estabelecendo novas formas de relação entre os atores. Relações mais abertas aos trabalhos em equipe e ao processo de trabalho cooperativo.

- **No desenvolvimento da pesquisa, o processo de interação cooperativa provocou transformações inéditas no processo pedagógico.** As transformações estão evidenciadas como acontecimento e como hiatos na própria análise dos resultados e nas inferências que se tornaram possíveis.
- **O software foi sendo aperfeiçoado durante a pesquisa e atualmente está sendo reorganizado em html para ser utilizado em rede, o que ampliará significativamente sua utilização.** Ou seja, o SEstat está sendo preparada para constituir suporte para um programa de ensino de engenharia online.

Em síntese, constata-se nestas observações que quando o Aprendiz encontra uma Ambiência Pedagógica que lhe disponibiliza condições de operar em todos os tipos de Abstração, ele pode atingir o nível da Generalização do Conceito potencializando tempo e espaço e o Movimento de Aprendizagem.

A experiência por Simulação Digital não está limitada ao estado atual das coisas mas pode fluir imprevisivelmente. Isto é, pode operar com o inédito. As operações dos Aprendentes podem fluir em diferentes níveis e direções, favorecendo condições de se construir estruturas de Generalização do Conceito no plano do pensamento operatório formal, ou seja, atingir o que se considera neste estudo o nível de aprendizagem ideal. Em outras palavras, a aprendizagem por simulação é fácil de ser desenvolvida, é prazerosa, pois é um processo muito semelhante às experiências em estado atual, porém sem os riscos e os gastos desnecessários. A aprendizagem por experiências virtuais concerne à emergência do novo como um processo de auto-organização, como a emergência de um rizoma.

4.3. A Redobra

O uso do sistema de Simulação Digital interfere no modo de ser dos atores envolvidos no processo pedagógico. Os professores envolvidos com o desenvolvimento de sistemas de Simulação como aplicativos pedagógicos estão passando por uma fase de revisão de seus modelos de ensino concentrados em aulas do tipo expositivas em face da necessidade intrínseca de criação de um modelo inovador concernente com os processos de transformação cultural que se está enfrentando. Os professores estão transformando seu fazer em um processo de ensino-pesquisa, pois ao mesmo tempo que organizam suas aulas, investem também em investigar seus próprios modelos de ensino e em criar alternativas, desenvolvendo os recursos informatizados. Por outro lado, os Aprendentes estão sendo desafiados a saírem do estado de passividade e receptividade para uma posição de ação, de iniciativa e criação de caráter individual-coletivo.

Ao contrário do que alguns professores temem e outros esperam, em hipótese alguma o uso de um sistema informatizado significa a dispensa do professor. Uma proposta pedagógica mediada por um *software* do tipo Simulação requer maior dedicação, tempo e competência do professor. O professor torna-se um pesquisador, autor e ator na criação de novos conhecimentos. É uma participação diferente daquela em que o professor prepara o assunto e o transmite para o aluno. Inclusive os envolvidos declaram que esta é bem mais fácil de ser feita. A exploração de um conteúdo através da análise simulada de um problema ou de um fenômeno requer do professor atualização constante, domínio profundo do assunto, além de presença constante junto à sua equipe e aos seus Aprendentes, no sentido atual ou virtual, no ciberespaço ou no laboratório. Pois a Aprendizagem se faz num movimento dinâmico não previsível e nem controlável didaticamente. Os desafios, tanto para o professor como para o aluno, podem ser inéditos. O trabalho pedagógico do professor, suas interferências, desenvolve-se baseado nas necessidades do Aprendente que emergem na interação com o sistema e permitem que este faça o seu trajeto de reflexão a partir de seu interesse e de suas experiências, respeitando o ritmo e o nível de cada um. O desafio é colocado como um todo num plano imanente, de forma que o Aprendente pode escolher com quais variáveis quer operar e com quem e como quer interagir. Não está reduzido à resolução de exercícios e sim tem sempre como ponto de convergência um

problema implicando diferentes questões. O Aprendiz pode trabalhar com diversas variáveis e testar suas hipóteses, construindo conceitos e referenciais complexos, tornando-se um sujeito ativo-criativo no processo de Aprendizagem, e pode operar individual-coletivamente no sentido próprio da cooperação.

A Simulação Digital é um laboratório virtual, que permite ao aluno ampliar seu conhecimento analisando os raciocínios simulados e simulando seu próprio raciocínio para visualizá-lo e refletir sobre ele, num processo de aprendizagem que tem como caráter a reconstrução do conceito como criação. O estudo por simulação em sistema informatizado proporciona facilidades inéditas ao Aprendiz: ele pode estudar em casa ou em qualquer outro lugar a qualquer hora, não só resolvendo problemas como testando e visualizando o fenômeno, o fato ou a experiência, podendo interferir nela com inúmeras variáveis. Além do trabalho em laboratório ou em aula, ele pode ainda potencializar o seu tempo, sem ter que repetir, por exemplo, inúmeros cálculos; basta que ele compreenda o processo e seja capaz de escolher os procedimentos corretos e indique ao sistema as variáveis necessárias à sua hipótese e obtenha a solução ou a demonstração necessária, superando o espaço topográfico pelo espaço topológico e a dimensão linear do tempo pela dimensão eternal.

O saber transversal impregna atualmente todas as situações de aprendizagem trabalhadas direta ou indiretamente. Nessa concepção o conhecimento é um processo de auto-organização e transversalidade, em que sujeitos e objetos interagem não como duas coisas separadas, mas como dois aspectos do mesmo movimento. Num sistema de simulação a transversalidade do saber pode ser materialmente observada. O saber transversal atravessa, interpela, mistura, confronta-se em inúmeras inferências e vai se embecendo em diferentes sentidos a cada nova interação, transformando-se num inteiramente outro, em condições de acesso e redistribuição imediata, organizando-se num sistema pontual.

Este estudo remete o plano da organização pedagógica a uma nova dimensão, requerendo alteração na forma de como os cursos atualmente são concebido e organizados e de como as disciplinas são ministradas. A estrutura atual não considera essa possibilidade da dinâmica e da criação no processo pedagógico - é uma estruturada linear, fragmentada, hierarquizada e contrária ao processo que ocorre na cibercultura. O processo pedagógico

emergente pressupõe um tipo de currículo topológico, ou pelo menos que admita a transversalidade. Isto indica claramente a necessidade de superar a pedagogia das disciplinas e dos conteúdos pela pedagogia do conceito. Uma pedagogia que opere como um plano de imanência.

As intersecções entre filosofia, ciências e artes transversalizadas pelo avanço das Tecnologias de Comunicação Digital e as implicações no modo do ser, no modo do saber e no modo do apreender constituem o plano de imanência desta pesquisa, na qual se constata a emergência de um movimento inédito na relação ser humano–cultura, ou cibercultura, e nos processos educacionais sistematizados. Esse movimento está singularmente representado pelas implicações verticais observadas entre Pedagogia e Tecnologia que vão confirmando a hipótese levantada.

Os ícones saltam dos vórtices tecendo uma rede de princípios e critérios, respaldando a hipótese inicial e abrindo-se a novos desafios. *Uma ação pedagógica mediada por um sistema informatizado pode garantir uma aprendizagem qualitativamente diferenciada, promovendo o nível de Generalização do Conceito.*

Entretanto, é preciso reafirmar que este Movimento de Aprendizagem não se garante apenas pelo fator da mediação por um sistema de simulação digital, mas se faz na implicação com os demais fatores que constituem a Ambiência Pedagógica. Os recursos da mediação por Simulação Digital interferem sim em diversos aspectos, mas contribuem de forma relevante quando a Ambiência Pedagógica está organizada de forma concernente com o propósito pedagógico no plano filosófico-metodológico. Uma proposta pedagógica mediada por um sistema de simulação não deixa de requerer uma organização congruente tanto no sentido interno da relação entre seus atores como no sentido externo das contingências que emergem do contexto em que se insere. Para visualizar esta dinâmica e propor ações concernentes é necessário observar seus três planos: *a pedagogia como plano de imanência* e a multirreferencialidade entre seus atores como um *plano de gestão e um plano infra*. Estes três planos fluem um no outro numa congruência interna referenciada em indicadores básicos desdobrados em princípios e critérios, constituindo propriamente uma taxionomia pedagógica, observada como um holograma.

Ou dito de outra forma, as respostas vão se construindo em diferentes planos e dimensões a partir das pulsões da cibercultura para a dobra nas contingências da Ambiência Pedagógica, desdobrando-se verticalmente no Movimento de Aprendizagem por Simulação Digital. Emerge desse movimento um projeto filosófico-metodológico: a pedagogia como um plano de imanência, e a multirreferencialidade entre seus atores como um plano de gestão e um plano infra. Planos, neste caso, não são entendidos como coisas separadas, e sim constituem-se um fluindo no outro e retornando a si como um inteiramente novo – *a redobra* ou o *Tertium*.

Considera-se a defesa desta tese como um momento no processo. Um momento de reflexão sistematizada, que se projeta para outras pesquisas que não estão apenas anunciadas mas já estão iniciadas pois emergem como uma necessidade intrínseca no processo.

Para desenvolver as diferentes dimensões dessa taxionomia são necessários outros estudos, que terão seqüência no Núcleo Ecoergonomia/CNPq, na Linha de Pesquisa Educação e Tecnologia. Alguns trabalhos já foram iniciados durante o doutorado e estão em desenvolvimento nos seguintes projetos de pesquisa:

- a) SEStat II- Construindo um Ambiente de Ensino de Estatística para www, com apoio do Laboratório de Estatística Aplicada – LEA, no departamento de Informática e de Estatística/CTC/UFSC. Propõe-se fazer uma Análise do SEstat para verificar as implicações entre fatores pedagógicos e fatores ergonômicos implicados no Movimento de Aprendizagem.
- b) Interação e Cooperação em Ambiente Virtual: Resolução de Problemas em Rede (*Experimento Enq 1 REMAV*). Este trabalho já está sendo desenvolvido como projeto piloto com apoio do NURCAD e do Departamento de Engenharia Química/CTC/UFSC. Propõe-se desenvolver e analisar a mediação pedagógica com software de simulação em rede, no ensino de Química.

Além disso, acredita-se que outros trabalhos podem ser suscitados pelas provocações levantadas neste estudo e desenvolvidos por pesquisadores dessa área.

Em síntese, para se entender o resultado desta pesquisa é necessário apreendê-lo não como conclusão, e sim como **um ponto** na teia. Um ponto que liga os momentos de análise denominados Inferências Parciais e Inferências Gerais e que engendram a nova dimensão concernente à complexidade da dobra, da desdobra e da redobra, transversalizado pelos planos de Imanência, de Gestão e de Infra, expresso na proposta “**O TERTIUM: O novo modo do ser, do saber e do apreender. Construindo uma Taxionomia para mediação pedagógica em TCD**” sintetizada a seguir.

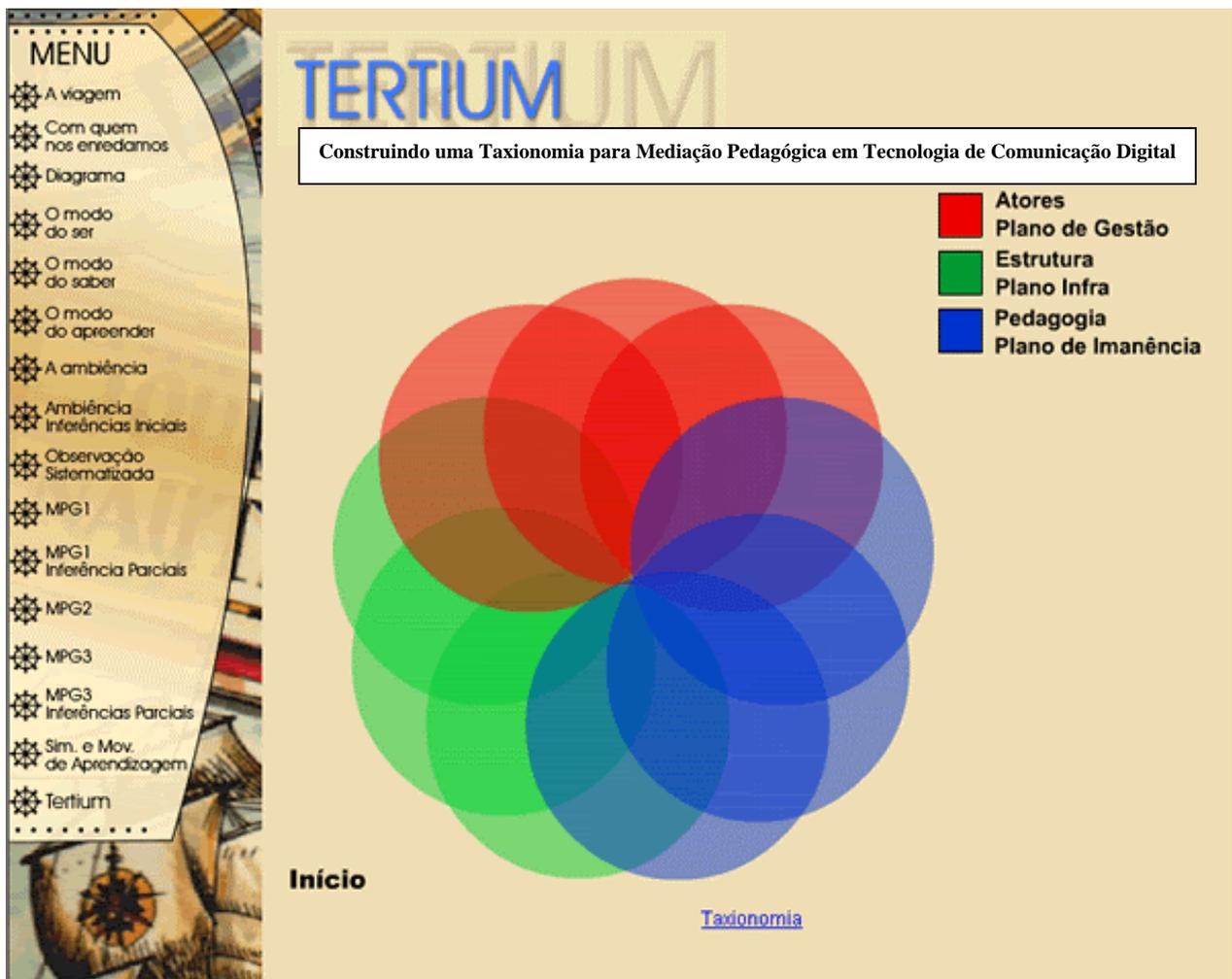
4.4 O TERTIUM : O Novo Modo do Ser, do Saber e do Aprender. Construindo uma Taxionomia para Mediação Pedagógica em Tecnologia de Comunicação Digital



4.4.1 – O TERTIUM: O Novo Modo do Ser, do Saber e do Apreender. Construindo uma Taxionomia para Mediação Pedagógica em Tecnologia de Comunicação Digital

Este é um outro modo de visualizar a arquitetura da Taxionomia em construção. Veja em

<http://www.granville.linhavivre.net/~hack>



A n a v e g a n t e

Sótão

num lugar

em outro lugar

em lugar nenhum

em algum lugar

teclas, dedos, tintas, letra, sílabas, palavras

mãos e olhar o pensamento ...o celeste, gritando

do azul a lua

das árvores o brilho,

dos insetos a música , dos cavalos o galope,

da luz os pirilampos

Onde? Quando? Por quê?

o porto? o ponto? o 'topo'? o brilho?

Entretanto, fluxo.... conexão, nave

mause , ícone,

âncora

atrator,

vórtice

avatar

autora,

atriz

rizoma

atualiza,

ascende,

transcende

pulsa

imana

m u l t i r r e f e r e n c i a l

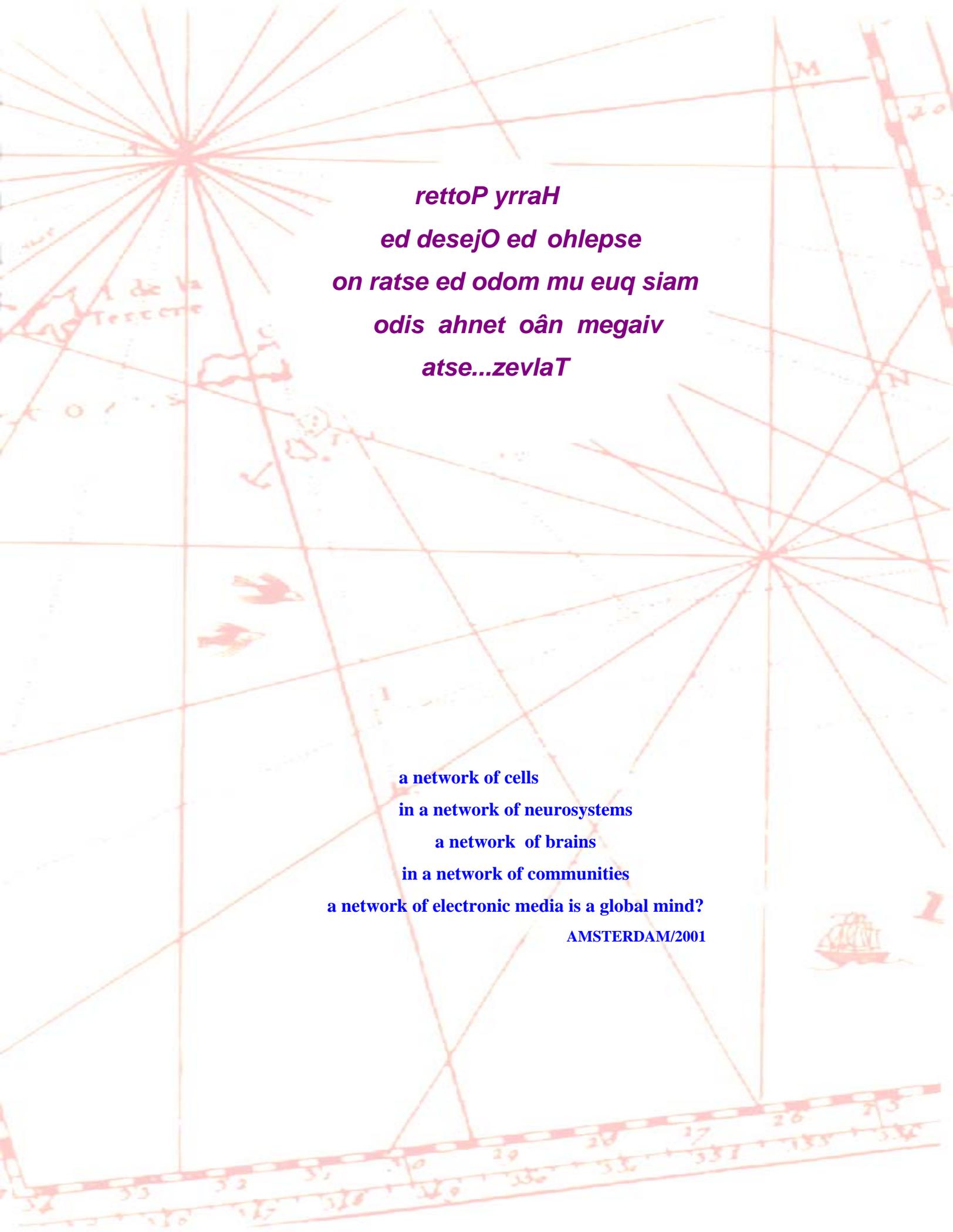
t r a n s v e r s a l

emoção- entendimento

A C O N T E C I M E N T O

Écran

travessuras menina



***rettoP yrraH
ed desejO ed ohlepse
on ratse ed odom mu euq siam
odis ahnet oân megaiv
atse...zevlaT***

**a network of cells
in a network of neurosystems
a network of brains
in a network of communities
a network of electronic media is a global mind?**

AMSTERDAM/2001

V. BIBLIOGRAFIA

- ABBAGNANO, Nicola. *Dicionário de filosofia*. São Paulo: Martins Fontes, 1998
- ALVARREZ, A. Martinez e MÉNDEZ, R. *Tecnología em acción*. Barcelona: RAP, 1993
- ANDRADE, Adja Ferreirade. & WAZLAWICK, Raul Sidnei. Metodologia para criação de Roteiros Educativos em Realidade Virtual. *Revista Brasileira de Informática na Educação*. N. 5, set. 1999 p 69-76
- ANTUNES, Ricardo. *Os sentidos do trabalho*. São Paulo: Boitempo, 1999
- ASCOTT, Roy. Cultivando o hipercórtex. In: DOMINGUES, Diana. *A arte no século XXI: a humanização das tecnologias*. São Paulo: Fundação e editora UNESP, 1997, p. 336-344
- ALLIEZ, Eric. *A assinatura do mundo*. Rio de Janeiro: editora 34, 1995
- _____. *Deleuze filosofia virtual*. Rio de Janeiro: Editora 34, 1996
- ASTOLFI & DEVELAY. *A Didática das Ciências*. Campinas: Papirus, 1994
- ASSMANN, Hugo. *Reencantar a Educação: Rumo à sociedade aprendente*. Petrópolis: Vozes, 1998
- BAIRON, Sergio. *Multimídia*. São Paulo, Global, 1995
- BARBETTA, Pedro A. *Estatística Aplicada às Ciências Sociais*, Editora da UFSC, 2ª Ed., Florianópolis, 1998
- BARBOSA, Joaquim Gonçalves. (coor) *Multirreferencialidade nas Ciências e na educação*. São Paulo: UFScar, 1998
- BARTOLOMÉ, A. *Nuevas tecnologías y enseñanza*. Barcelona: Graó-ICE de la Univ. de Barcelona, 1991
- BAUDRILLARD, Jean. *Tela total: mito-ironias da era do virtual e da imagem*. Porto Alegre: Sulina, 1997
- _____. *Simulacros e simulação*. Lisboa: Antropos, 1991
- _____. *A sociedade do consumo*. Rio de Janeiro: Elfos, 1995
- _____. *A sombra das maiorias silenciosas*. São Paulo: Brasiliense, 1994
- _____. *A arte da desapareição*. Rio de Janeiro: UFRJ, 1997
- BECKER, Fernando. *Epistemologia do professor: o cotidiano da escola*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1993a
- _____. Ensino e construção do conhecimento: o processo de abstração reflexionante. *Educação e realidade*, Porto Alegre, 18 (1): 43-52, jan./jun., 1993b
- _____. Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos. *Educação e Realidade*, Porto Alegre, 19(1): 89-96, jan/jun, 1994
- BEHAAR, Patricia Alejandra & COSTA, Antonio Carlos da Rocha. Análise Lógico-Operatória do ambiente de Desenvolvimento Cooperativo de Programação ENVY/400. *Revista Brasileira de Informática na Educação*. N. 5, set. 1999 p 29-38
- BENAKOUCHE, Tamara. Redes técnicas/redes sociais: a pré-história da Internet no Brasil. IN: *Dossiê: Informática/Internet*. São Paulo: USP n. 35 set. out. nov. p 124-133, 1997
- BERGSON, Henri. (1939) *Matéria e memória: ensaio sobre a relação do corpo e do espírito*. Trad. Paulo Neves. São Paulo: Martins Fontes, 1999

- BERMAN, Sheldon, TINKER, Robert. The World's the Limit in the Virtual High School. *Educational Leadership: Integrating Technology into Teaching*. Illinois: ASCD, nov. v.55 nº3, 1997:52-54
- BIANCHETTI, Lucídio. *Da chave de fenda ao laptop: Um estudo sobre as qualificações dos trabalhadores na Telecomunicações de Santa Catarina (TELESC)*. São Paulo: PUC, tese de doutorado, 1998
- BLOOM, Benjamir S., HASTINGS, J. Thomas, MADDAUS, George F. *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York: McGraw-Hill Book, 1971
- BODEN, Margaret. *The Philosophy of Artificial Life*. New York: Oxford University Press. 1996
- BOURDIEU, Pierre. *A economia das trocas simbólicas*. São Paulo: Perspectiva, 1974
- _____. *O poder simbólico*. Lisboa: Difel, 1989
- _____. *As regras da arte*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996
- _____. *Sobre a televisão*. Rio de Janeiro: Zahar, 1997
- BOHM, David. *A totalidade e a Ordem Implicada: uma nova percepção da realidade*. São Paulo: Cultirx, 1998
- BRUCE, Bertram C & LEVIN James. A Educationla Tecnology: Media for Inquiry, Communication, Construction na Expression. *Journal of Educational Computing Research*. University of Illionois v. 17(1) p 79-102
- CABERO , J. *Análisis de medios de enseñanza*. Sevilha: Alfar, 1990
- CAMBI, Franco. *História da pedagogia*. Trad. Álvaro Locencini. São Paulo: UNESP, 1999
- CAMPOS, Gilda Helena Bernardino. *Metodologia para avaliação da qualidade de software educacional. Diretrizes para desenvolvedores e usuários*. Rio de Janeiro, 1994 (Tese de doutorado. COPPE/UFRJ)
- CAPRA, Fritjof. *A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix, 1996
- CARVALHO, Adalberto Dias de. *Novas metodologias em educação*. Porto: Porto Editora, 1995
- CASALI, Alípio et. al (orgs). *Empregabilidade e educação: novos caminhos no mundo do trabalho*. São Paulo: EDUC, 1997
- CASTELLS, Manuel. *A era da informação: economia, sociedade e cultura. v.I A sociedade em rede* São Paulo: Paz e Terra, 1999
- CASAS, Luis Alberto Alfaro. *Contribuições para a modelagem de um ambiente inteligente de Educação baseado em Realidade Virtual*. Florianópolis: UFSC, 1999 (tese) <http://www.eps.ufsc.br/teses99/casas/index.html>
- CASTORINA, J. et all. *Psicologia Genética: Aspectos metodológicos e implicações pedagógicas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1988
- CATANIA, A Charles. *Aprendizagem. Comportamento Linguagem e Cognição*. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- CATAPAN, Araci Hack. *O conhecimento e o processo de trabalho escolar: para além do pedagogismo*. Florianópolis: UFSC 1993a (dissertação de mestrado).
- _____. O conhecimento Histórico e o Conhecimento Escolar: uma interseção epistemológica. *Perspectiva*, Florianópolis, UFSC/CED, NUP, (10):19, p.99-116. 1993b
- _____. O conhecimento escolar e o computador. *Perspectiva*. Florianópolis, UFSC, 1996, ano13, n. 24, ago. p. 171-183

- _____. Avaliação: mito ou cultura escolar. *Dois Pontos*. Belo Horizonte: Grupo Pitágoras, v. 4 n. 34, set. out. 1997a, p. 33-38
- _____. O ato pedagógico: a construção do conceito. *Dois Pontos*. Belo Horizonte: Grupo Pitágoras, v. 4, n. 35, nov. dez. 1997b, p. 67-69
- _____. Parâmetros Curriculares e Projeto Pedagógico: transversalidade o novo modo do saber. *I Ciclo de Diálogos Instigantes*. Florianópolis maio/1999a e I SEMINÁRIO REGIONAL ANPAE-SUL, Porto Alegre, jul., 1999a. (palestras)
- _____. Linguagem, comunicação, cultura e mediologia. *Anais do VII Seminário Nacional de História da Ciência e Tecnologia*. São Paulo, jul., 1999b. (artigo no prelo)
- _____. O contexto, o texto, e o hipertexto. Belo Horizonte: *Dois Pontos*, v. 5, n. 41, março/abril, 1999c p.71-73
- CATAPAN Araci Hack & THOMÉ, Zeina Rebouças Corrêa. Estado, Escola e Trabalho: para além da educação do trabalhador. In: *Educação e Realidade*. Porto Alegre, 18(2): 119-125, jul./dez., 1993
- CATAPAN Araci Hack e THOMÉ, Zeina Rebouças Corrêa. *Trabalho e Consumo Para além dos parâmetros curriculares*. Florianópolis: Insular, 1999
- CATAPAN, Araci Hack & FIALHO, Francisco Antonio Pereira. Autonomia e Sensibilidade na rede: Uma proposta metodológica. *Revista Brasileira de Educação a Distância*. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Avançadas em educação. Ano 6, n. 36, set./out., 1999, '23-30. <http://www.abed.org.br>
- CATAPAN, Araci Hack et. al. Ergonomia em Software Educacional: A possível integração entre usabilidade e aprendizagem. *Atas Workshop sobre fatores humanos em sistemas computacionais: rompendo barreiras entre pessoas e computadores*. Campinas, São Paulo : UNICAMP/SEEC, 1999, pg. 25 <http://www.unicamp.br/~ihc99>
- CATAPAN, Araci Hack et.al. Hiper-PA: Hypermedia Systems - Learning Business Management. *ICECE' 99*, Rio De Janeiro , Brasil, agosto 11-14, 1999 <http://www.fee.unicamp.br/icece99>
- CATAPAN, Araci Hack, QUARTIERO, Elisa Maria. *Multimidia e Aprendizagem*. in: V Congresso Internacional de Educação a Distância, 1998, São Paulo. V Congresso Internacional de Educação a Distância. <http://www.abed.org.br> ou <http://www.eps.ufsc.br/~hack>, 1998.
- CECHINEL, C., REIS, M. M., OHIRA, M., NASSAR, S. M., *Concepção e implementação de um ambiente de ensino de estatística*. *SEstat*. Florianópolis: UFSC, 1999
- CECHINEL, C., REIS, M. M., OHIRA, M., NASSAR, S. M., *The Use of an Expert System to Support Statistics Teaching*, IASTED Computers and Advanced Technology in Education – CATE'99, Philadelphia, Pennsylvania, EUA, Maio de 1999
- COLL, César et alli. *O construtivismo na sala de aula*. São Paulo: Ática, 1996
- COVNEY Peter & HIGHFIELD Roger. *A flecha do tempo*. São Paulo: Siciliano, 1993
- DEDE, Chris. Rethinking: how tu Invest in Technology. In: *Educational Leadership*. Alexandria: ASCD, n. 3, v. 55, p12-16, nov. 1997
- DEDE, Chris. *Six challenges for educational technology*. http://www.virtual.gmu.edu/SS_research/cdapers/ascdpdt.htm 08.04.00
- _____. *Six challenges for Educational technology*. George Mason University <http://www.virtula.gmu.edu> em 08/04/2000

- _____. *Emerging technologies and distributed learning*. in: American Journal of. Distance education, 10 (2), 4-36 http://www.vitural.gmu.edu./SS_research/ em 23/02/2001
- DELEUZE Gilles. *Diferença e repetição*. São Paulo: Graal, 1988
- _____. *Péricles e Verdi: a Filosofia de François Châtelet*. Rio de Janeiro: Pazulin, 1999
- _____. *A dobra: Leibniz e o Barroco*. São Paulo: Papirus, 2000
- DELEUZE Gilles & GUATTARI, Félix. *Mil platôs: capitalismo e esquizofrenia*. Rio de Janeiro: editora 34, v. I, 1996
- _____. *O que é a filosofia?* Bento Prado Jr. Alberto Alonso Muñoz. Rio de Janeiro: editora 34, 1997
- _____. *Mil Platôs: capitalismo e esquizofrenia*. Rio de Janeiro: Editora 34, v. 4, 1996
- DEWEY, John. *Democracia e educação*. 3. ed., São Paulo: Melhoramentos, 1959
- DILLENBOURG, et al. *Intelligent Learning Environments*. Carouge - witzerland. TECFA (Technologies de Formation et Apprentissage). Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education. University of Geneva (Switzerland), 34p. 1993
- _____. *The Design of MOO Agents: Implications from an Empirical CSCW Study*. AI-ED97: Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education - Workshop V: Pedagogical Agents, 8., 1997
- _____. *Evolution Épistémologique en EIAO*. Carouge: Université de Genève, 1996.
- _____. *Proceedings*. Kobe: Japan, 1997
- DIZARD, Wilson Junior. *A nova Mídia: a comunicação de massa na era da informação*. Rio de Janeiro: Zahar, 1998
- DOLLE, Jean-Marie. *Para compreender Piaget. Uma iniciação à psicologia Genética Piagetiana*. Rio de Janeiro: Gaunabara, 1987
- DOMINGUES, Diana. *A arte no século XXI: a humanização das tecnologias*. São Paulo: Fundação e Editora UNESP, 1997
- DUFFY, Thomas M. e JONASSEN David H. *Constructivism and the Technology of instruction: a conversation*. New Jersey: LEA (Lawrence Erlbaum Associates), Publishers, 1992
- DURNI & PERINAT. “Vamos brincar de telefonar”: jogos simbólicos e processos recursivos na interação comunicativa. *SUBSTRATUM*, Porto Alegre: Artes Médicas, (1):11, p. 77-103, 1997
- ECO, Umberto. *Como se faz uma tese*. São Paulo: Perspectiva, 1991
- FERNANDES, Alfredo Antonio. *Piaget: entre a psicologia e a filosofia. A noção piagetiana no conhecimento*. Florianópolis: UFSC, 1991
- FERNANDES, Clovis Torres & SANTOS, Neide. Pesquisa e desenvolvimento em informática na educação no Brasil - parte I. *Revista Brasileira de Informática n Educação*. Florianópolis: UFSC, n. 4 abril de 1999 p. 9-32
- FIALHO, Francisco Antonio Pereira. *Modelagem computacional da equilibrção das estruturas cognitivas como proposto por Jean Piaget.*, Florianópolis: UFSC, 1994 (Tese de Dotorado)
- _____. *Introdução ao Estudo da Consciência*. Curitiba: Genesis, 1998
- FIALHO & SANTOS. *Manual de análise ergonômica no trabalho*. Curitiba: Gêneseis, 1995
- FIALHO, Francisco Antoni Pereira & CATAPAN, Araci Hack. Knowledge Building by Full Integration With Virtual Reality Environments and Its Effects Social Life. *Bulletin Of Science, Technology & Society*. California, Sage, v. 19, n.3 jun., 1999, 237-243
- FOUCAULT Michel. *As palavras e as coisas*. São Paulo: Martins Fontes, 1992

- FORQUIN, Jean-Claude. *Escola e Cultura: as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995
- FREINET, Celestin. *A educação pelo trabalho*. Lisboa: Presença, v.2, 1974
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974
- FREIRE, Paulo & FAUNDEZ, Antonio. *Por uma pedagogia da pergunta*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985
- GAMEZ, Luciano. *TICESE: Técnica de Inspeção de conformidade Ergonômica de Software Educacional*. Minho: Universidade do Minho, 1998
- GANDELMAN, Henrique. *De Gutenberg à Internet: direitos autorias na era digital*. 2 ed. São Paulo: Record, 1997
- GLEISER, Marcelo. *A dança do universo: Dos mitos de criação ao big-bang*. São Paulo: Companhia da Letras, 1998
- GIDDENS, Asthony, BECK, Ulrich e LASH, Scott. Trad. Magda Lopes. *Modernização Reflexiva: política, tradição e estética na orem social moderna*. São Paulo: UNESP, 1997
- GILBERT, Nigel. *Simulation an Emergent Perspective*. Guildoford UK, University of Surrey, 1995
- GIMENO, J e PEREZ, Gomes. *Comprender Y transformar la enseñanza*. Madri: Morata, 1992
- GIRAFÁ Lucia Mari a Martins & VICARI, Rosa Maria. Estratégia de Ensino em Sistemas tutores Inteligentes Modelados Através da Tecnologia de Agentes. *Revista Brasileira de Informática na Educação*. N. 5, set. 1999 p 9-18
- GRANGER, Gilles-Gaston. *A ciência e as Ciências*. São Paulo: UNESP, 1994
- GRIZE, Jean-Blaise. A Propósito dos Processos Inferenciais. In: *V SIEG Simpósio Internacional de Epistemologia Genética*. Anais. IPUSP e FE/UNICAMP, 1998
- GUATTARI, Félix. *As três scologias*. São Paulo: Papyrus, 1990
- _____. *Caosmose: um novo paradigma estético*. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993
- GUERRA, Antonio Fernando S. *Diário de Bordo: Navegando em um Ambiente de Aprendizagem Cooperativa para Educação Ambiental*. Florianópolis: UFSC, 2001
- _____. *Das tecnologias de Poder sobre o corpo à vivência da corporeidade: A construção da oficina como espaço educativo*. Florianópolis: UFSC, 1996 (Dissertação de Mestrado)
- _____. Aprender e ensinar usando a WEB: limites e possibilidades. *Vozes e Diálogo*, Itajaí: Univali, nº 4 abr., 2000, p. 39-48
- HARVEY, Brian. *Hackers Navegam entre Ética e Estética*. Folha de S. Paulo, São Paulo, 13 de fev., Mundo, p 19
- HERNÁNDEZ, Fernando. *Cultura Visual, Mudança Educativa e Projeto de Trabalho*. Porto Alegre: Artmed, 1999
- HESSEN Johannes. *Teoria do conhecimento*. 8 ed. Portugal: Coimbra, 1987
- HOBBSAWM, Eric. *Era dos extremos: o breve século XX*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996
- KELTON, David W, SADOWSKI, Randall P, SADOWSKI Deborah A. *Simulation With Arena*. Boston: WCB, 1998
- KESSELRING, Thomas. *Jean Piaget*. Petrópolis, Vozes, 1993
- KERLINGER, Fred N. *Metodologia da Pesquisa em Ciências Sociais: um tratamento conceitual*. São Paulo: E.P.U., 1980
- KHALFA, Jean. (org.) *A natureza da inteligência*. São Paulo: UNESP, 1998

- KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. Trad. Beatriz V. Boeira, e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 1996
- JONASSEN, Davi H., BEISSNER, Katherine e YACCI Michael. *Structural Knowledge. Techniques for Representing, Conveying, and Acquiring Structural Knowledge*. New Jersey: LEA, (Lawrence Erlbaum Associates), Publishers, 1993
- JONG Ton De and SARTI Luigi T *Simulation-Based Experiential: Computer and Systems Sciences*, Vol 122, Hardcover, January 1994
- JONG, Ton de. *Discovery simulations and the assessment of intuitive knowledge*, Santiago: RIBIE, <http://www.c5.cl/ribie2000/espanol/>
- JONG, Ton de, SWAAK1 Janine, & JOOLINGEN Wouter Van. *Discovery simulations and the assessment of intuitive knowledge*. <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie2000/charlas/>
- JONG, Ton de & JOOLINGEN Wouter R. Van. *Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains*. Amsterdam, Universidad de Twente, 1999
- INHELDER, Bärbel , BOVET, Magali, SINCLAIR, Hermine.(1974) *Aprendizagem e estruturas do conhecimento*. Trad. Maria Aparecida R. Cintra e Maria Y. R. Cintra. São Paulo: Saraiva, 1977
- LACATOS & MARCONI. *Técnicas de Pesquisa*. 2a. São Paulo: Atlas, 1987
- LASTER, Helena M. M. & ALBAGLI, Sarita. *Informação e globalização na Era do Conhecimento*. Rio de Janeiro: Campus, 1999
- LATOUR, Bruno. *Ciência e ação*. São Paulo: UNESP, 1998
- LAVILLE, Christian & DIONNE, Jean. *A construção do Saber*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999
- LEÃO, Lúcia. *O labirinto da multimídia: arquitetura e navegação no ciberespaço*. São Paulo: Iluminuras, 1999
- LÉCUYER, Roger. *Piaget, la Psychologie du développement et les relations entre théorie et méthodologie*. In: Bulletin de Psychologie. Paris: SIPE: Tome 51 (3)435 mai-jun., 1998, p241-247
- LEITE, Luci Banks & MEDEIROS, Ana Augusta de. (org) *Piaget e a Escola de Geneba* . São Paulo: Cortez, 1991
- LEONE, Juan Pascual. Piaget, Vygotski e a função simbólica. *Substratum*. Porto Alegre, Artes Médicas, 1997, ano 1, n. 1, p. 57-81
- LÉVY, Pierre. *As tecnologias da inteligência*. São Paulo: Editora 34, 1993a
- _____. Os perigos da máquina-universo. In: PESSI-PASTERNAK, Guitta. *Do Caos à Inteligência Artificial*. São Paulo: UNESP, 1993b, p. 76-130
- _____. *O Que é o Virtual?* São Paulo: Editora 34, 1996
- _____. *A Inteligência Coletiva*. Rio de Janeiro: Loyola, 1998a
- _____. *A Máquina Universo: Criação, Cognição e Cultura Informática*. Porto Alegre: Artes médicas, 1998b.
- _____. *Cibercultura*. São Paulo: Editora 34, 1999
- LEVY, Steven. *Artificial Life*. A report from the frontier where computers meet biology. New York :Vintage Books, 1993
- LINSINGEN, Irlan von et. al. (orgs) *Formação do Engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: UFSC, 1999
- LYOTARD, Jean-Francois. *O pós-moderno*. Rio de Janeiro: José Olympio, 1988
- LOJKINE, Jean. *A revolução Informacional*. São Paulo: Cortez, 1995

- LUCENA, Carlos & FUKS Hugo, *A educação na era da Internet*. Rio de Janeiro, club@dofuturo, 2000
- LUCENA, Marisa & SALVADOR, Vera. Um Ambiente Integrado Para Aprendizagem Cooperativa. *Revista Brasileira de Informática na Educação*. N. 5, set.. 1999 p 39-51
- LUZ, José Luís Brandão da. *Jean Piaget e o Sujeito do Conhecimento*. Lisboa: Instituto Jean Piaget, 1998
- YOSHIDA, K. et al. Computer Simulation System of Cognitive Man-Machine Interaction in Accidental Situation of Nuclear Power Plant. In: *Human-Computer Interaction: Software and Hardware Interfaces*. Amsterdam: Elsevier, p. 939-943, 1993
- MACHADO, Nílson José. *Epistemologia e Didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente*. 2ª. ed., São Paulo: Cortez, 1996
- MAFFESOLI, Michel. *A Contemplação do Mundo*. Porto alegre: Artes e Ofícios, 1995
- MALISKA, Clovis R. et all. *Heat Conduction Teaching-Heat Transfer 1.1 Software+New Course Programa*. Aguas de Lindóia: Anais do XV COBEM-Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica , 22-26 de novembro de 1999
- _____. Transcal 1.1 <http://www.sinmec.ufsc.br> em 21.6.2000
- MALISKA, C. R., Reis, M. V. F., MALISKA Jr., C. R. and DIHLMANN, A., *Heat Transfer 1.0 An Educational Software for Heat Conduction Teaching*, ASME Proceedings of the 32nd – Baltimore – USA., National Heat Transfer Conference, vol. 6, pp. 53-59, 1997
- MARCUSE, Herbert. *Ideologia da Sociedade Industrial*, Rio de Janeiro: Zahar, 1968
- MARION, Montserrat Moreno. A psicologia Cognitiva e os Modelos Mentais. In: MARION, et al. *Conhecimento e Mudança. Os Modelos Organizadores na Construção do Conhecimento*. São Paulo: Editora Moderna 2000, 77-106
- _____. *O conhecimento da mudança*. Rio de Janeiro: Zahar, 1968
- MARION, Montserrat Moreno. A psicologia Cognitiva e os Modelos Mentais. In: MARION, et al. *Conhecimento e Mudança. Os Modelos Organizadores na Construção do Conhecimento*. São Paulo: Editora Moderna 2000 359-384
- MATTELART, Armand. *Comunicação-mundo: História das Idéias e das Estratégias*. 2 ed. Trad. Guilherme João de Freitas Teixeira. Petrópolis: Vozes, 1996
- MATURANA, Humberto. *Emoções e linguagem na educação e na política*. Belo Horizonte: UFMG, 1998
- _____. *A Ontologia da Realidade*. Belo Horizonte: UFMG, 1997
- MATURANA, Humberto, end VARELA, Francisco. *Autopoiesis and Cognition: the realization of the Living*. Boston Studies in the Philosophy of Science. v. 42, Dordecht: D. Reidel Publishing Co, 1980
- MATURANA, Humberto & REZEPKA, Sima Nisis de. *Formação Humana e Capacitação* Petrópolis: Vozes, 2000
- MONTANGERO & MAURICE-NAVILLE. *Piaget ou a inteligência em evolução*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998
- MOREIRA, Antonio Moreira. *Pesquisa em Ensino: o Vê epistemológico de Gowin*. São Paulo: EPU, 1990
- MORIN, Edgar. *O método III: O conhecimento do Conhecimento*. v.1, Portugal, Publicações Europa-América. 1986
- _____. *O método IV. As Idéias: a Sua Natureza, Vida, Habitat e Organização*. Portugal, Publicações Europa-América, 1991

- _____. *Para Sair do Século XX*. Trad. Vera Azambuja Harvey. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986
- _____. *Ciência Com Consciência*. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998
- _____. *Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro*. São Paulo: Cortez, Brasília, DF: UNESCO, 2000
- MINAYO, Maria Cecília de Souza. (org.). et al. *Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade*. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 1995
- NASSAR, Silvia M. *Sistema Estatístico Inteligente para Apoio a Pesquisas Médicas*, Tese de Doutorado, UFSC, Brasil, dezembro de 1995
- NCT. *Pensar Pulsar*. São Paulo: Edições NCT. 1996
- NEGROPONTE, Nicholas. *A vida digital*. São Paulo, Companhia das Letras, 1995
- NERO, Henrique Schützer Del. *O Sítio da Mente: Pensamento Emoção e Vontade no Cérebro Humano*. São Paulo: Collegium Cognition, 1997
- NIETZSCHE, Friedrich. *Humano, Demasiado Humano*. São Paulo: Abril Cultural, 1983
- NOVAK, Joseph D. e GOWIN D. Bob. *How to Learning*. New York: Cambridge University Press, 1984
- OLIVEIRA, Silvio Luiz de. *Tratado de Metodologia Científica: Projetos de Pesquisas, TGI, TCC, Monografias, Dissertação e Teses*. São Paulo: Pioneira, 1998
- PAGÈS, Max. A análise Dialética: Proposições. Trad. Sidney Barbosa. In: *Multirreferencialidade nas Ciências e na Educação*. São Carlos: UFScar, 1998, p.74-84
- PAPERT, Seymour. *Logo: Computadores e Educação*. São Paulo: Brasiliense, 1988
- PARENTE, André. *Imagem Máquina; a Era das Tecnologias do Virtual*. Rio de Janeiro: Editora 34, 1996
- PARRAT, Silvia & Tryphon Anastasia. Org. *Jean Piaget: Sobre a Pedagogia*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1998
- PESSIS-PASTERNAK. *Do Caos a Inteligência Artificial*. São Paulo: UNESP, 1993
- PIAGET, Jean. *Problemas Gerais da Investigação Interdisciplinar e Mecanismos Comuns*. Lisboa: Bertrand, 1973
- _____. *La Psychologie de l'Intelligence*. Paris: Librairie Armand Colin, 1947
- _____. *Les Mécanismes Perceptifs: Modèles Probabilistes, Analyse Génétique, Relations Avec L'intelligence*. Paris:P.U.F., 1975
- _____. *A Equilíbrio das Estruturas Cognitivas*. Rio de Janeiro: Zahar, 1976
- _____. *Recherches Sur L'abstraction Réfléchissante. 1 parte: l'abstraction des relations logico-arithmétiques*. Avec.10 coll., Paris: P.U.F. 1977a
- _____. *Recherches Sur L'abstraction réfléchiante. 2 parte: l'abstraction de l'ordre et des relations spatiales*. avec.10 coll., Paris: P.U.F.1977b
- _____. *Biologia e Conhecimento*. Porto: Res, 1978
- _____. *As formas elementares da dialética*. (1980) trad. Lino Macedo. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1996
- _____. *Psicologia e Pedagogia*. 8. ed., Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1988
- _____. *Seis Estudos de Psicologia*. 17 ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1990a
- _____. *Epistemologia Genética*. São Paulo: Martins Fontes, 1990b
- _____. *Psicologia e Epistemologia*. Lisboa: Don Quixote, 1991
- _____. *Abstração Reflexionante*. Porto Alegre, Artes Médicas, 1995
- _____. *As formas Elementares da Dialética*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1996

- PIAGET, Jean et al. *Tendências de la Investigación en las Ciencias Sociales*. Madrid: Alianza Editorial, 1976
- PIAGET & GARCIA. *Psicogênese e História das Ciências*. Lisboa: Dom Quixote, 1978
- POPPER, Karl R & ECCLES John C. *O Cérebro e o Pensamento*. São Paulo: Papirus, 1992
- POZO, Juan Ignacio. Org.,. *A Solução de Problemas; aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre, Artmed, 1999
- PRIGOGINE, Ilya. *O fim das Certezas: Tempo, Caos e as Leis da Natureza*. Trd. Roberto Leal Ferreira. São Paulo: UNESP, 1996
- _____. *Carta às Futuras Gerações*. Folha de S. Paulo, São Paulo, 30 de jan. 2000, Mais, 5-7
- PROKOP, Dieter. *Sociologia*. São Paulo: Ática, v. 53, 1986
- QUARTIERO, Elisa Maria. *Processos produtivos avançados: novas demandas educacionais. Um estudo de caso na indústria catarinense*. Florianópolis, UFSC, 1994 (dissertação).
- _____. *Novas tecnologia, novas demandas educacionais: a visão dos trabalhadores. PERSPECTIVA*. Florianópolis: NUP/CED/UFSC., , ano 14, n.26, jul. dez. 1996, p. 187-201
- ROGERS, Carl. *Liberdade Para Aprender*. Belo Horizonte: Interlivros, 1971
- ROPÉ, Françoise & TANGUY, Lucie. Org. *Saberes e Competências*. Campinas: Papirus, 1997
- KAHALFA, Jean. *A natureza da Inteligência* São Paulo: UNESP, 1996
- SALOMON, G. *Interaction of Media, Congnition and Learning*. São Francisco: Jossey-Bass Inc., 1997
- SALOMON, Gavriel & PERKINS, David N. *Individual and Social Aspects of Learning*. <http://construct.haifa.ac.il/~gsalomon/indsoc.htm>
em 10/01/2000
- SALOMON, Gavriel & NEVO, Baruch. *Peace Education: An Active Field ind Need for Research*. <http://construct.haifa.ac.il/~gsalomon/pe-sal-Nev.html>
em 20/01/2000
- SANCHO, Juana M. (org) *Para uma Tecnologia Educacional*. Porto Alegre: Artmed, 1998
- SANTOMÉ, Jurjo Torres. *Globalização e Interdisciplinaridade: Currículo Integrado*. Porto Alegre: Artemed, 1998
- SANTORO, Flávia Maria et al. Um Framework para estudo de ambientes de suporte à aprendizagem cooperativa. IN: *Revista Brasileira de Informática na Educação*. Florianópolis: UFSC, n. 4 abril 1999, p 51-68
- SCAPIN, Dominique L. & BERNS, Tomas. Usability evaluation methods. In: *Behaviour & Information Technology*. London: Taylor & Francis. V.16, N. 4/5 july-october, 1997, p.185-187
- SCAPIN, Dominique L. and BASTIAN, J. M. Christian. Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems. In: *Behaviour & Information Technology*. V.16, n. 4/5, july-october, 1997, p. 220-231
- SANTAELLA, Lucia & NÖTH Winfried. *Imagem: Cognição Semiótica, Mídia*. São Paulo Iluminuras, 1998
- SANTOMÉ, Jurjo Torres. *Globalização e interdisciplinaridade: currículo Integrado*. Porto Alegre: Artmed, 1998

- SAUSSURE, Ferdinand de. *Curso de lingüística geral*. São Paulo: Cultrix, 1969
- SCHAFF, Adam. *A Sociedade Informática*. São Paulo: UNESP, 1996
- SCHNITMAN, Dora Fried. (Org) *Novos Paradigmas, Cultura e Subjetividade*. Porto Alegre, 1996
- SEARLE, John. *L'intentionnalité*. Paris Minit, 1985
- SFEZ, Lucien. *Crítica da Comunicação*. São Paulo: Loyola, 1994
- SHIRTS, r. Garry. *A Taxonomy of Simulation Related Activities*. California, Simulation Training Systems, <http://ifets.ieee.org/discussions/discuss.html> 2001
- SKINNER, Burrhus F. *O Mito da Liberdade*. São Paulo: Summus, 1984
- SILVA, Luiz Heron da Silva (org) *Século XXI: Qual Conhecimento? Qual Currículo?* Petrópolis: Vozes, 1999
- SNYDERS, Georges. *Para onde vão as pedagogias não-diretivas?* Lisboa : Moraes, 1974
- SPERBER, Dan & WILSON, Deirdre. *Relevance: Communication and Cognition*. Massachusetts: Blackwell, 1995
- SOPENA, Josep Maria. Um Parser Conexionista que utiliza seqüências encaixadas para representar estruturas. *SUBSTRATUM*. Porto Alegre: Artes Médicas, (1):3, 1997, p.173-219
- SORSANA, Christine. Pour une théorie Piagétienne historico-culturellement située. IN: *Bulletin de psychologie*. Paris: SIPE, 51 (3), mai-juin, p 273-284, 1998
- SQUIRES, David & PRECE, Jenny. Usability and learning: evaluating the Potential of Educational Software. In: *Computers Edu*. v.27-n. 1, 1996 p. 15-22
- THOMÉ, Zeina Rebouças Corrêa. *Inovação tecnológica, intelectualização e autonomização da atividade humana na produção: desafios para a educação*. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 1993 (Dissertação)
- THIOLLENT, Michel. *Metodologia da pesquisa-ação*. São Paulo: Cortez, 1988
- TIFFIN, JOHN & Rajasingham, Lalita. *In Search of the Virtual Class*. New York: Routledge, sd.
- TRIVINHO, Eugênio. *Redes: Obliteração no Fim do Século*. São Paulo: Annablume, 1998
- TURKLE, Sherry. *Life on the screen*. New York: Touchstone, 1997
- VARELA, Francisco, THOMPSON, Evan e ROSCH, Eleanor. *"The embodied mind"*. Cambridge: MIT. 1997
- VARELA, Francisco. *Principles of Bioloical Autonomy*. New York: Eçsevoer 1979
- _____. *Conocer: Las Ciencias Cognitivas: Tendencias y Perspectivas . Cartografía de las Ideas Actuales*. Barcelona: Gedisa, 1996
- VALENTE, José Armando. *Computadores e Educação*. Campinas: UNICAMP, 1993
- VATTINO, Gianni. *O fim da Modernidade*. Niilismo e hermenêutica na cultura pós-moderna. Lisboa: Presença, 1987
- VAN DIJK, Teun. *La Noticia Como Discurso (comprensión, estructura y producción de la informática)*, tradução de Guilherme Gal. Barcelona: Paidós, 1990
- VIDOSSICH, F. & FURLAN. *O Dicionário de novos termos de ciências e tecnologias*. São Paulo: Pioneira, 1996
- VAUGHAN, Tay. *Multimídia na prática*. São Paulo: Makron Books, 1994
- VERISSIMO, Lui Fernando. *O clube dos Anjos*. Rio de Janeiro: Objetiva, 1998
- VICENTE, Alan de Oliveira et all. *Análise do Software Transcal 1.1 como ferramenta de apoio ao ensino*. Florianópolis: UFSC, 1999 (TCC Engenharia de Produção)
- VIRILO, Paul. *O Espaço Crítico*. Rio de Janeiro: Editora 34, 1995

- WATZLAWICK, Paul & KRIEG, Peter (orgs.) *O Olhar do Observador: contribuições para uma teoria do conhecimento construtivista*. São Paulo: Editorial Psy II, 1995
- WIENER Norbert. *Cibernética e Sociedade: O Uso Humano de Seres Humanos*. São Paulo: Cultrix, 1954
- WINN, William. The Impact of Three Dimensional Immersive Virtual Environments. on Modern Pedagogy. *HITL Technical Report*, R-97-15. University of Washington, Seattle. WA. May 30, 1997
- WITTGENSTEIN, Ludwig. *O livro castanho*. Rio de Janeiro: Edições 70, 1992

Anexo I
CONCEPÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM AMBIENTE DE ENSINO DE
ESTATÍSTICA

CRISTIAN CECHINEL, KIRLIAM MACIEL DIAS

MASANAO OHIRA, MARCELO MENEZES REIS, SÍLVIA MODESTO NASSAR

cechinel@inf.ufsc.br Kirliam@inf.ufsc.br

marcelo@inf.ufsc.br

ohira@inf.ufsc.br

silvia@inf.ufsc.br

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo falar sobre o desenvolvimento do SEstat, um sistema especialista direcionado a integrar um ambiente de ensino para Análise Estatística de dados, mostrando suas principais características, funcionamento, as vantagens oferecidas pela sua utilização e relatando a sua aplicação em uma disciplina regular de um curso de graduação da UFSC.

ABSTRACT

This paper aims to talk about the development of SEstat, an Expert System directed to integrate a teaching environment of Data Statistical Analysis, showing its main characteristics, its functioning the advantages of its utilization, and relating its application in a regular UFSC undergraduate course.

KEYWORDS: educational software, expert systems, statistical data analysis.

1. INTRODUÇÃO

A Estatística é utilizada para transformar dados em informações sobre determinada realidade para resolver um problema ou tomar uma decisão. Os dados coletados devem estar dispostos de forma estruturada (base de dados) para que possam ser descritos e analisados. Este processo normalmente é feito utilizando um *software* estatístico. Atualmente, existem inúmeros *softwares* estatísticos que fazem esse tipo de processamento, porém, em sua grande maioria são de difícil utilização pelo fato de estarem direcionados a usuários que já possuem um conhecimento estatístico razoável. O objetivo desses *softwares* é o de disponibilizar a alguém que conheça Estatística uma ferramenta que facilite o seu trabalho, e não uma ferramenta que o ensine a fazer esse trabalho.

Há ainda hoje, uma forte carência quando nos referimos a *softwares* estatísticos que apoiem o ensino de estatística, ou *softwares* estatísticos que digam quais procedimentos escolher para um determinado problema, como interpretar os resultados, etc.

Devido a essa carência e à necessidade de ensinar o processo de análise estatística de dados de forma mais global, o Departamento de Informática e de Estatística (INE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) através do seu Laboratório de Tratamento de Incertezas, Sistemas Adaptativos e Computação Evolucionária (LISA) propôs-se a desenvolver um *software* educacional voltado para o apoio ao ensino da Análise Estatística de Dados.

2. DESENVOLVIMENTO DO SESTAT

A Inteligência Artificial (IA) possibilitou desde o seu surgimento o desenvolvimento de aplicações que apresentam comportamento inteligente. Um dos campos no qual a IA se destaca, é o que trata dos Sistemas Especialistas (SE), onde se desenvolve um sistema que possui a habilidade de tratar os problemas relacionados a um domínio, de forma semelhante a um especialista naquele domínio. Dotados de grande interatividade, os SE proporcionam aos seus usuários uma espécie de diálogo que prende a atenção, e acaba por transmitir a eles algum conhecimento sobre o assunto abordado. Essas características motivaram a utilização dos paradigmas de inteligência artificial direcionados a área de sistemas especialistas na construção do *software* de apoio ao ensino de estatística que se decidiu chamar de SEstat – Sistema Especialista de Apoio ao Ensino de Estatística.

3. IDEALIZAÇÃO DO SESTAT - OBJETIVOS

O ato pedagógico pleno consiste em quatro etapas de aprendizagem que evidenciam diferentes níveis de conhecimento: definição, conceituação, generalização e síntese. Este processo compreende alguns agentes que atuam no sentido da consecução do ato: professor, aluno e os recursos pedagógicos que podem ser utilizados.

O principal objetivo do SEstat é o de oferecer apoio ao ensino da análise estatística de dados. Para que esse objetivo fosse alcançado, foram determinadas algumas características que seriam necessárias ao sistema.

Base de dados flexível : Permitir ao usuário trabalhar com qualquer base de dados desejada. Dessa maneira, o SEstat dá ao usuário a possibilidade de usar vários conjuntos de dados da sua área de conhecimento. Esta característica proporciona ao usuário a *generalização* do conhecimento estatístico.

Ser uma ferramenta de análise estatística de dados : Além de recomendar um método estatístico adequado para determinada análise, o SEstat também aplica aquele método e mostra ao usuário os resultados estatísticos obtidos. O processo de seleção do método estatístico inclui a verificação das suposições necessárias para a sua aplicação, tais como normalidade, homocedasticidade, nível de mensuração das variáveis, por exemplo. Isso permitirá que o usuário atinja os níveis de conhecimento de definição e conceituação.

Disponibilizar o caminho que está sendo percorrido : Mostrar ao usuário o caminho que uma dada interação percorre até chegar ao resultado estatístico obtido, e também os caminhos que o sistema pode seguir no caso de respostas diferentes. Essa característica tem como objetivo localizar o usuário dentro do raciocínio estatístico envolvido, e permitir que ele/ela desenvolva a capacidade de generalização do conhecimento estatístico.

Help sensível ao contexto : Dar ao usuário, a qualquer momento da interação, a opção de acessar informações a respeito das questões que o sistema lhe propõe. Proporciona ao usuário reconhecer e apreender conteúdo estatístico.

Supõe-se que a utilização do SEstat, como integrante de um ambiente de ensino de Estatística, fará com que o usuário/aluno passe a ser *sujeito* do processo de aprendizagem. A intenção é que o usuário/aluno tenha uma atitude de buscar ativamente a construção do seu conhecimento, saindo da tradicional postura passiva de puro receptor. De acordo com essa abordagem, durante o processo de aprendizagem, quando sentir necessidade de apoio, o usuário demandará o auxílio ou intervenção do(s) professor(es), com o intuito de obter uma orientação para o progresso de seu aprendizado: onde ele/ela está naquele momento, e como prosseguir para atingir os objetivos levando em conta seus conhecimentos prévios.

4. FUNCIONAMENTO DO SESTAT

O sistema foi desenvolvido na linguagem de programação Object Pascal no ambiente DELPHI 3.0™, e tem como característica marcante a comunicação com o *software* Statística 5.0™, cujo papel é o de realizar o processamento da análise estatística de dados propriamente dita.

A partir de uma Base de Dados (em formato .dbf) fornecida pelo usuário, o SEstat faz um conjunto de perguntas a ele, e fornece ao mesmo suporte para que essas perguntas sejam respondidas corretamente. Ao longo da interação do usuário com o sistema, o caminho a ser percorrido nesta interação é escolhido através das respostas dadas pelo usuário às perguntas referentes à análise estatística que se está realizando. No final da interação, o sistema escolhe e aplica uma técnica de análise estatística para os dados fornecidos pelo usuário, e explica ao mesmo por que aquela técnica foi escolhida, bem como apresenta explicações que possibilitam a interpretação dos resultados estatísticos encontrados.

5. ARQUITETURA DO SESTAT

O conhecimento estatístico foi dividido e distribuído entre módulos (objetos), dando assim a cada módulo uma característica e uma tarefa específica. Os módulos possuem a capacidade de se comunicarem entre si e de decidir qual módulo é mais capaz de executar determinada tarefa. São eles: o Gerenciador, a Estratégia, o Processamento, o *software* Statística 5.0™, o Mecanismo de Explicação e a Interface.

A seguir estão descritos estes módulos do sistema e suas respectivas funções:

Gerenciador: Decide qual módulo é capacitado para executar a tarefa que é necessária em um determinado ponto da execução da análise de dados.

Estratégia: De acordo com as informações fornecidas pelo Gerenciador, este módulo irá procurar uma estratégia adequada para a resolução do problema em questão.

Processamento: Responsável pela comunicação com o *software* Statística 5.0™, este módulo possui conhecimento sobre os passos necessários para a execução de um determinado procedimento estatístico.

Software Statística 5.0™: Como já dito anteriormente, o Statística realiza a análise de dados propriamente dita através da execução dos passos fornecidos pelo Processamento.

Mecanismo de Explicação: Consiste basicamente no módulo de ajuda do sistema, que tem por finalidade explicar ao usuário conceitos estatísticos, e é capaz de mostrar o caminho que foi percorrido para se chegar as decisões tomadas. Os conceitos estatísticos disponíveis no SEstat são de dois tipos:

- a) Básicos – Tais como nível de significância, escala de mensuração de variáveis, variáveis dependentes, variáveis independentes, etc.
- b) Interpretativos – Que apoiam o usuário a interpretar os resultados estatísticos oferecidos pelo SEstat.

Interface: Recolhe do usuário as informações que serão processadas pelo sistema, como por exemplo o nome e a mensuração das variáveis a serem analisadas. Mostra ao usuário a evolução do sistema, assim como as soluções obtidas e as respostas às perguntas feitas pelo usuário.

Módulo de Treinamento: Devido ao fato de trabalhar com uma base de dados flexível, o sistema não possui o controle e o conhecimento das características das variáveis com as quais o usuário está lidando; esta flexibilidade ao domínio pesquisado (“free context”) tem a desvantagem de permitir que o usuário responda à perguntas de forma errada sem que haja a intervenção do sistema para a correção da resposta. Em consequência disso, o sistema pode tomar um caminho

errado na busca dos resultados estatísticos, fazendo com que o aluno não aprenda a realizar adequadamente a análise de dados.

A solução encontrada para resolver este problema foi a construção de um módulo de treinamento dentro do SEstat. Este módulo trabalha com uma base de dados fixa (já conhecida pelo sistema), e dá ao sistema a possibilidade de identificar erros nas respostas do usuário assim como avisá-lo sobre esses erros. A cada interação do usuário com o SEstat, o módulo de treinamento irá intervir fazendo observações a respeito da resposta que foi dada, comentando os acertos e fornecendo explicações para os erros.

Desta forma, o usuário que não estiver habituado a utilizar o sistema, utilizará o Módulo de Treinamento para aprender os conceitos estatísticos envolvidos e depois poderá aprimorar esse aprendizado utilizando uma base de dados qualquer escolhida por ele.

O módulo de ajuda contém um dispositivo de acompanhamento sobre as respostas de cada usuário, ou seja, os erros e os acertos do usuário são contabilizadas em arquivo de dados. Assim, o professor pode comparar qual foi o desempenho dos alunos dentro de uma mesma turma, como também pode comparar o desempenho entre turmas distintas. Esse acompanhamento possibilita localizar quais os assuntos da disciplina que mais oferecem resistência aos alunos e dá ao professor a oportunidade de replanejar a abordagem pedagógica utilizada para o ensino desses assuntos. Além disso, também permite que o professor personalize o ensino de Estatística para diferentes cursos e suas respectivas áreas de conhecimento.

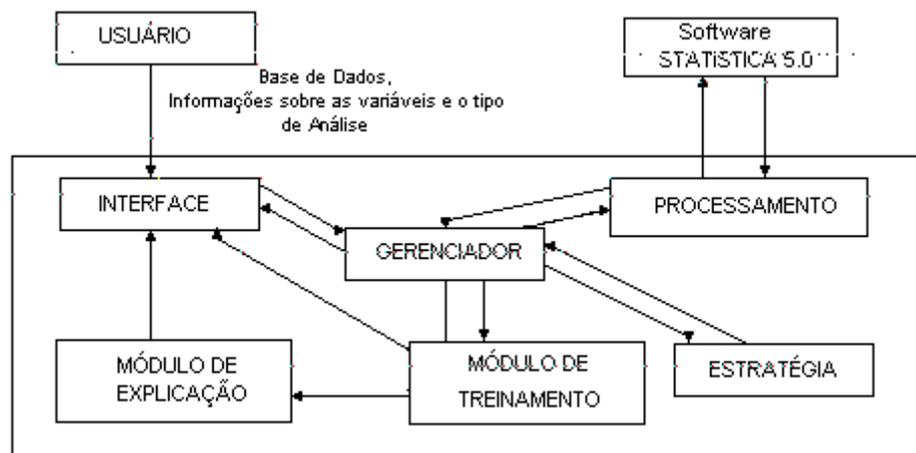


Figura 1 – Arquitetura do SEstat

6. EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DO SESTAT

Um pesquisador coletou dados sobre sexo, idade, altura, estado civil, escolaridade, com o objetivo de conhecer o perfil dos funcionários de uma empresa de SC, no período de janeiro a junho de 1998. Devido a necessidade de rápido processamento, dos 300 funcionários foi selecionada uma amostra aleatória de 40 indivíduos e os dados amostrais foram dispostas numa base de dados padrão .dbf.

Considerando o objetivo específico de verificar a associação entre SEXO e ALTURA, será mostrado um exemplo de uma análise estatística utilizando o SEstat.



Figura 2 – Abertura da Base de Dados

Aqui, o usuário deve escolher a base de dados que será exportada para o formato *.sta* (formato utilizado pelo *software* Statística 5.0™). Esta base de dados deverá ser fornecida pelo professor (nada impede que o aluno utilize uma base de dados que ele possua) e deverá estar em formato *.dbf*.

A Figura 3 abaixo mostra o SStat oferecendo ajuda a respeito do conceito estatístico: nível de significância. Caso o usuário deseje pesquisar sobre algum outro conceito, basta para isso, clicar no botão índice (parte superior do *help*).



Figura 3 – Ajuda sobre Nível de Significância

Uma vez carregada a base de dados de interesse, o usuário precisa informar ao sistema os objetivos da sua pesquisa (se pretende fazer uma análise ou descrição), e as variáveis da base de dados que serão incluídas, qual será a variável independente e qual será a dependente. Neste exemplo, o usuário escolheu a variável ALTURA como dependente e a variável SEXO como independente, o que pode ser observado na Figura 4 abaixo:

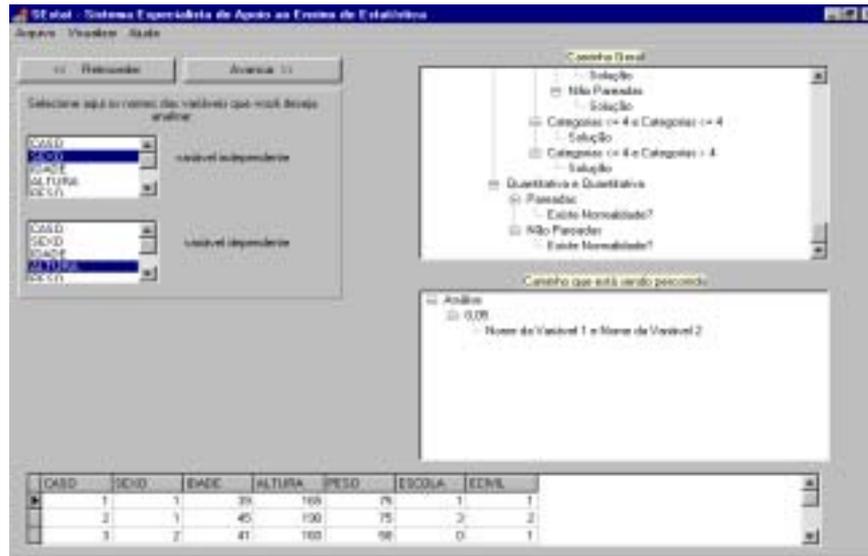


Figura 4 – Escolha das Variáveis

Algumas características importantes da interface do SEstad, presentes na Figura 4 precisam ser ressaltadas:

- as questões são apresentadas ao usuário sempre no mesmo local, no canto esquerdo superior da tela;
- o usuário irá escolher as variáveis a partir daquelas existentes na base de dados, que são apresentadas em uma lista;
- o usuário tem completo acesso à base de dados, na parte de baixo da tela;
- no lado direito da tela há duas figuras importantes:
 - a superior apresenta todos os caminhos possíveis para uma interação entre o usuário e o sistema, dentro do objetivo principal escolhido (no presente caso, todas as opções possíveis para uma análise estatística);
 - a inferior apresenta o caminho seguido na *presente* interação (no exemplo, está sendo feita uma análise, com 5% de nível de significância, e agora serão escolhidas as variáveis).

Após o usuário ter respondido todas as perguntas apresentadas, o SEstad escolhe e aplica a técnica estatística mais adequada ao problema. A Figura 5 a seguir apresenta uma tela com os resultados do processamento:

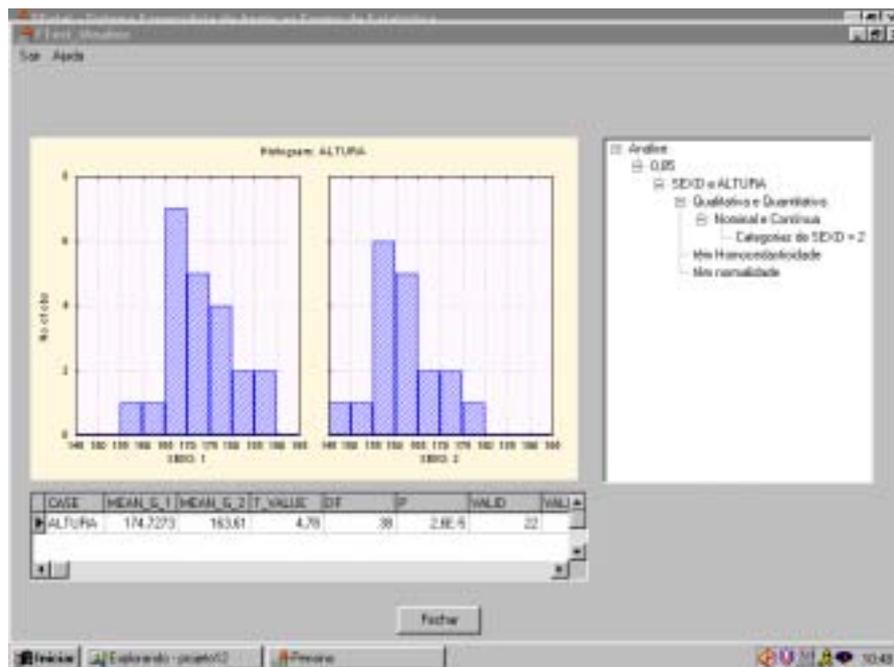


Figura 5 – Resposta do Sestat (Teste t)

O Sestat apresenta os resultados de três maneiras: numérica (através dos resultados do procedimento), gráfica (através de gráficos, como os dois histogramas acima) e em forma de raciocínio (na janela à direita, o caminho seguido para obter os resultados). Esta última é especialmente importante em um processo de ensino.

Na figura acima pode ser observado o raciocínio seguido pelo Sestat:

- o usuário decidiu-se por uma Análise Estatística;
- adotou um nível de significância de 5%;
- escolheu a variável SEXO como Independente e a variável ALTURA como Dependente;
- o usuário informou ainda que SEXO é Qualitativa e ALTURA é Quantitativa;
- informou também que SEXO é Qualitativa Nominal (apresentando duas categorias) e que ALTURA é Quantitativa Contínua.

Neste ponto o Sistema pode seguir por dois caminhos: aplicar um teste paramétrico (no caso o teste t), usualmente mais poderoso, ou um teste não paramétrico (no caso o teste de Mann-Whitney), para comparar as alturas dos indivíduos dos dois sexos. Para decidir qual teste aplicar, é preciso verificar se as suposições de homocedasticidade (se as variâncias da ALTURA são semelhantes nos dois sexos), e de normalidade (se ALTURA segue a distribuição Normal em ambos os sexos) são satisfeitas pelos dados. Se *ambas* forem satisfeitas pelos dados, o Sestat aplica um teste paramétrico (teste t, no exemplo), senão aplica um não paramétrico (Mann-Whitney, no exemplo). O Sestat realiza os testes estatísticos de homocedasticidade e de normalidade e apresenta os resultados ao usuário, que decide se as suposições foram satisfeitas.

No exemplo, o Sestat aplicou os testes aos dados, e apresentou os resultados. O usuário decidiu que ambas as suposições foram satisfeitas, e o sistema aplicou o teste t aos dados, comparando as médias de ALTURA nos dois grupos de SEXO. Com base nos resultados encontrados o usuário pode realizar a interpretação: para a análise em questão concluiu-se que há relação entre as variáveis SEXO e ALTURA.

8. ENSINO UTILIZANDO O SESTAT

O Sestat foi utilizado como ferramenta de apoio ao ensino em uma disciplina regular de um curso de graduação da UFSC. Trata-se da disciplina Métodos Estatísticos, oferecida pelo departamento de Informática e de Estatística para os cursos de Engenharia de Produção e de Ciência da Computação da UFSC (usualmente uma turma para o curso de Engenharia e outra para o curso de Computação, com cerca de 40 alunos cada). A disciplina abrange basicamente

técnicas de análise estatística de dados (paramétricas e não paramétricas), e tem como pré-requisito a disciplina de Probabilidade (onde são vistos os conceitos e modelos probabilísticos mais importantes). Decidiu-se aplicar o SEstat apenas para a turma do curso de Engenharia de Produção.

A utilização do SEstat foi feita no Laboratório Integrado de Informática do Centro Tecnológico da UFSC, de maneira a que o conjunto SEstat – Laboratório – Professores constituísse um *ambiente de ensino* de Estatística. Praticamente toda a disciplina foi conduzida dentro do laboratório. A intenção deste processo era fazer com que o aluno, usando o SEstat como instrumento e apoiado pelos professores, passasse a ser *sujeito* do aprendizado de Estatística.

Primeiramente os alunos familiarizavam-se com o Sistema, e com os conceitos estatísticos necessários, através da análise estatística de uma base de dados preparada previamente (dentro do Módulo de Treinamento do SEstat). Em um segundo momento, como parte do trabalho de campo obrigatório da disciplina, os alunos buscavam seus próprios dados: delineavam e executavam uma pesquisa sobre um tema de sua livre escolha, da sua realidade. Uma vez coletados, os dados eram transcritos em uma base de dados e os alunos usavam o SEstat para produzir os resultados estatísticos desejados, realizando tal processo com *espírito crítico*. Esse processo foi muito bem sucedido.

O papel do professor neste ambiente de ensino é atuar como *suporte* do processo do qual o aluno é o sujeito, agindo quando há uma demanda consciente por parte do aluno, ou quando percebe que é o momento adequado para um suporte teórico. Foi dada grande ênfase à interação entre professor e alunos.

9. CONCLUSÕES

Entre as vantagens do SEstat podemos citar a possibilidade do usuário trabalhar com qualquer base de dados. Desta maneira, o professor pode fornecer aos alunos bases de dados com conjuntos de informações variadas, fazendo com que os mesmos, ao utilizarem o sistema, enfrentem as mais diversas situações. Há também a possibilidade de que os alunos utilizem dados que eles mesmos tenham coletado.

É importante lembrar que além de ser uma ferramenta de apoio ao ensino, o sistema também é uma ferramenta de análise de dados, pois, uma vez que todas as perguntas foram respondidas de forma correta, a resposta fornecida pelo sistema tem um valor estatístico real (considerando que a coleta de dados foi realizada corretamente).

A qualquer momento da interação o usuário poderá buscar informações a respeito das questões que o sistema lhe propõe, sendo que essas informações são de fácil acesso e sensíveis ao contexto.

Outra característica importante do sistema é mostrar ao usuário o caminho que uma dada interação percorre, até chegar ao resultado obtido, e também os caminhos que o sistema pode seguir, no caso de respostas diferentes. Portanto, para cada resposta do usuário, seu caminho fica restrito, de modo a convergir para uma conclusão.

No módulo de treinamento poderão ser disponibilizadas diferentes bases de dados direcionadas a diversos assuntos, permitindo ao professor adequar o ensino de Estatística (através do SEstat) a diferentes áreas (cursos).

Uma das características interessantes do SEstat é o fato do Sistema constituir uma ferramenta de suporte para exploração do *software* Statistica 5.0™, e de outros *softwares* estatísticos. Através do uso do SEstat os alunos aprendem e exercitam, com dados da sua realidade, como deve ser construída uma base de dados, e que procedimentos estatísticos devem ser aplicados para obter os resultados desejados, em suma, permite que eles compreendam como desenvolver o *raciocínio estatístico*. Uma vez conhecendo as técnicas e as suposições necessárias para seu uso, os estudantes podem trabalhar diretamente no *software* estatístico, que proporciona mais procedimentos estatísticos do que o SEstat permite acessar no presente momento.

É importante ressaltar que o objetivo desse *software* educacional não é substituir o trabalho do professor, e sim facilitar esse trabalho servindo como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem de Estatística. O uso da Informática na Educação é uma atividade em expansão, e que está atraindo a atenção de muitos pesquisadores no sentido de avaliar onde e de que maneira deve ser aplicada.

10. TRABALHOS FUTUROS

Uma proposta para trabalhos futuros é a ampliação do número de variáveis que podem ser analisadas ao mesmo tempo. Nesta primeira versão, o SEstat oferece a opção da análise simultânea de no máximo duas variáveis (variável independente e variável dependente), em uma próxima versão o SEstat poderá oferecer a opção da análise conjunta com uma terceira variável (variável interveniente).

Uma outra possibilidade é utilizar um *software* estatístico diferente, ou mesmo desenvolver os procedimentos estatísticos diretamente em uma linguagem de programação.

11. BIBLIOGRAFIA

- [BARBETTA-98] BARBETTA, Pedro A. Estatística Aplicada às Ciências Sociais, Editora da UFSC, 2ª Ed., Florianópolis, 1998.
- [NASSAR-95] NASSAR, Silvia M., Sistema Estatístico Inteligente para Apoio a Pesquisas Médicas, Tese de Doutorado, UFSC, Brasil, dezembro de 1995.
- [PÉREZ-97] PEREZ, Rocio C. Sistema Especialista de Apoio à Decisão Médica com Metodologias de Aprendizagem Simbólica, Dissertação de Mestrado, UFSC, janeiro de 1997.
- [RAMOS-91] RAMOS, Edla. O Fundamental na Avaliação da Qualidade do Software Educacional, Departamento de Informática e de Estatística, UFSC, 1991.
- [REIS-97] REIS, L. e CARGNIN, M. Raciocínio Baseado em Casos, Projeto de Conclusão de Curso de Ciências da Computação, Florianópolis, UFSC, julho de 1997.
- [CECHINEL-98] CECHINEL, C. e MOREIRA, L. Sistema Especialista de Apoio ao Ensino de Estatística, Projeto de Conclusão de Curso de Ciências da Computação, Florianópolis, UFSC, julho de 1998.
- [CECHINEL-99] CECHINEL, C., REIS, M. M., OHIRA, M., NASSAR, S. M., The Use of an Expert System to Support Statistics Teaching, IASTED Computers and Advanced Technology in Education – CATE'99, Philadelphia, Pennsylvania, EUA, Maio de 1999.
- [CATAPAN – 97] CATAPAN, Araci H., O Ato Pedagógico: a Construção do Conceito. DOIS PONTOS, vol.5, n. 35, Nov.Dez 1997, p.67 - 69

Apêndice a
TERTIUM : INDICADORES PEDAGÓGICOS PARA MEDIAÇÃO EM TACD – Tecnologia de
Comunicação Digital
Verificando o perfil dos alunos em relação ao uso do computador

1. Identificação

NOME	SEXO <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M	DATA DE NASC. ___/___/___
e-mail		

2. Curso 2º grau

Tipo de curso	Turno		Instituição			Cidade	Ano	
	D	N	Pub.	Par	Com		Início	Conclusão
Formação geral								
Profissionalizante								
Magistério								
Supletivo								
Outros								

3. Sobre o curso de graduação

O seu curso é		Você escolheu esse curso:		Você escolheu essa turma por	
Eng. de alimentos	Eng. Quím	em 1ª opção		conveniência de horário.	
Eng. civil	Física	em 2ª opção		pelo método do professor	
Eng. mecânica	Química	pq. realmente você gosta		pelo uso de software	
Eng. Elétrica	Matemática	pq. tem mercado de trabalho		pelo não uso de software	
Eng. Prod. Elétrica	Computação	por influência da família		pela forma de avaliação	
Eng. Prod. Civil	Eng Materiais	pelo baixo índice no vestibular		por recomendação de colegas	
Eng. Prod. Mec.	Outros	Outros		Outros	
Eng. Automação					
Eng. Ambiental					

4. Você usa computador? não sim

5. Você fez curso de informática? não sim

Quais? _____

6. Você utiliza computador:

Para	Onde	Frequência	Tempo			
			até 1 h	até 3 h	até 5 h	Mais de 5 h
Lazer	Residência	Diariamente				
Visitar pg. de disciplinas	Lab. Grad. BU	Semanalmente				
Pesquisar	UFSC outros Lab	Esporadicamente	-	-	-	-
Desenvolver produtos	Local de trabalho					
Trabalhar	Outros locais					
Outros						

7. Você gosta de aulas que utilizam softwares?

1. Muito2. Pouco..... 3. Não gosto

Por quê? _____

8. Cite por ordem de maior frequência de uso os softwares que você utiliza

1 _____

2 _____

3 _____

9. Indique a modalidade de ensino (que essa disciplina oferece) por ordem de sua preferência (1^a, 2^a, 3^a ..)

Expositiva ()

Seminários ()

Aula em laboratório ()

Trabalhos práticos ()

Aula em laboratório de informática ()

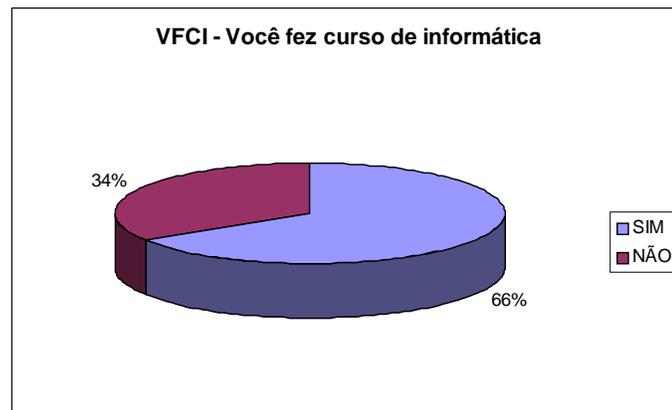
Outros () Quais? _____

10 Esta disciplina tem pré-requisito?

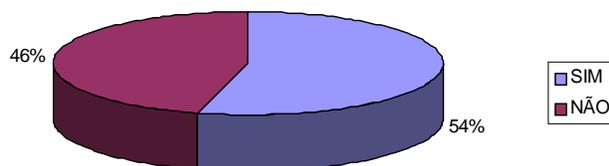
Não Sim Quais? _____

Apêndice b

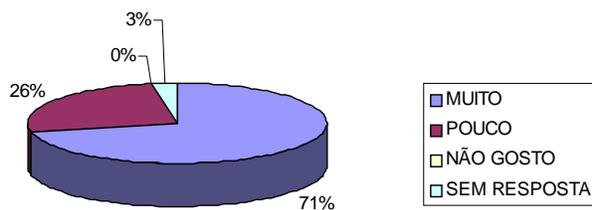
**Verificando o perfil dos alunos em relação ao uso do computador
Aplicado às cinco turmas do curso de engenharia envolvidas na pesquisa**



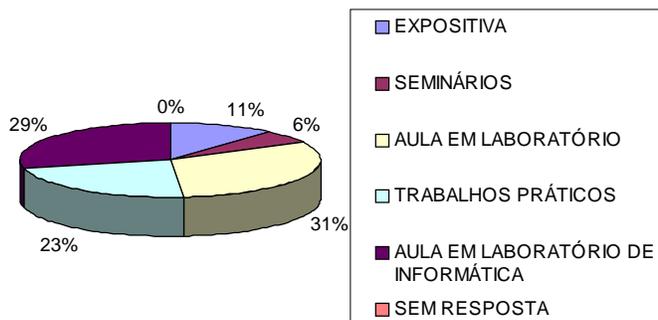
LABG - Utiliza no laboratório da graduação da Biblioteca Universitária



VGACS - Você gosta de aulas que utilizam software



PRIMEIRO - Modalidade de ensino



Apêndice a

TERTIUM
INDICADORES PEDAGÓGICOS PARA MEDIAÇÃO EM TECNOLOGIA DE
COMUNICAÇÃO DIGITAL
Araci Hack Catapan

**Reconhecimento e Caracterização dos recursos informatizados e de sua
 utilização no ensino de engenharia**

Prezados professores, participante do projeto Piloto - apoio informatizado no ensino de graduação em disciplinas básicas de Engenharia - MEC/SESu:
 Gostaria de contar mais uma vez com sua valiosa colaboração para com meu projeto de pesquisa, com as seguintes informações:

I. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

a) Nome do projeto:

b) Participantes:

- 1) Professor coordenador
- 2) Professores participantes:
- 3) Bolsistas

c) Desenvolvido para as seguintes disciplinas

Nome da disciplina	Turma	Horário	Número de alunos	Nº de alunos que participam dos trabalhos no laboratório
1)				
2)				
3)				

d) Objetivos das disciplinas

e) Procedimentos básicos de ensino para garantir esses objetivos

Modalidade de ensino	recurso didático *	carga horária
Aulas expositivas		
Exploração de software em laboratório de informática		
Atividades experimentais em laboratório com apoio de software		
Trabalhos empíricos		
Produção de textos		
Produção de relatórios		
Outros procedimentos		

--	--	--

*Recurso didático a) retroprojetor b) PowerPoint c) quadro giz d) software e) site f) outros
(indique e letra correspondente)

f) Como é feita a avaliação

Tipo de avaliação	Quantidade	Nº de h/a
Provas objetivas		
Provas subjetivas		
Observação direta		
Participação		
Relatórios		
Produção de textos		
Exercícios		
Entrevistas		
Pré-teste		
Pós-teste		
Mapa de desempenho		
Outros		

**II - PROPÓSITO OU OBJETIVO DO USO DE RECURSO INFORMATIZADO
NESSA DISCIPLINA**

a) Melhorar o processo ensino/aprendizagem?

() sim; () não.

Como e porque?

b) Otimizar o tempo empregado no processo de ensino?

() sim; () não.

Como e porque?

c) Atualizar informações?

() sim; () não.

Como e porque?

Experienciar novos processos de conhecimento?

() sim; () não.

Como e porque

e) Provocar mudança no paradigma pedagógico?

() sim; () não.

Como e porque

f) Identificar mudança cultural em relação ao uso dos recursos informatizados no ensino?

() sim; () não.

Como e porque?

g) Possibilitar mudança curricular no curso?

() sim; () não.

Como e porque?

h) Outros

() sim; () não.

Quais, como e porque?

III CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO RECURSO QUE ESTÁ UTILIZANDO

Site (endereço)	Software (nome)
Função	Função básica
Características	Características
Informativo <input type="checkbox"/>	Banco de dados <input type="checkbox"/>
Interativo <input type="checkbox"/>	Simulação <input type="checkbox"/>
Texto linear <input type="checkbox"/>	RPG <input type="checkbox"/>
Hipertexto <input type="checkbox"/>	Autoria <input type="checkbox"/>
Multimedia <input type="checkbox"/>	Tutorial <input type="checkbox"/>
Com programa de simulação <input type="checkbox"/>	Sistema Especialista <input type="checkbox"/>
Outros <input type="checkbox"/>	Aplicativo pedagógico <input type="checkbox"/>
	outro <input type="checkbox"/>

IV IDENTIFICANDO A RELEVÂNCIA DO USO DE RECURSOS INFORMATIZADOS NO ENSINO

a) De forma geral como você classifica o nível de domínio de conhecimento esperado de seus alunos nessa disciplina. (para esclarecimento veja nota 1)

a () conhecimento de específicos;

b () conhecimento de meios e formas;

c () compreensão;

d () aplicação;

e () análise;

f () síntese;

g () avaliação;

h () generalização

b) Em que nível de domínio de conhecimento você acredita **que o recurso informatizado usado** contribui com maior significância no desenvolvimento de seus alunos.

a) () conhecimento de específicos

b) () conhecimento de meios formas

c) () compreensão

d) () aplicação

e) () análise

f) () síntese

g) () avaliação

h) () generalização

- c) No decorrer desta disciplina você desenvolveu algum procedimento de acompanhamento e avaliação do uso destes recursos no processo de aprendizagem?
Sim () Não ()
- d) Indique em síntese os resultados básicos alcançados. Quais as principais vantagens do uso deste recurso no processo de ensino que você desenvolve?
(Explicite em ordem de prioridade)
- e) Quais as principais dificuldades encontradas no desenvolvimento de seu programa de ensino apoiado em recursos informatizados?
(Explicite em ordem de prioridade)

V PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Informe os resultados de seu projeto em termos de produção científica

- a) Apresentação da experiência em eventos científicos

Nome do evento:

Local e data

Título do trabalho

- b) Publicação de resumos

Nome do evento:

Local e data

Título do trabalho

- c) Publicação de artigos

Nome do evento:

Local e data

Título do trabalho

VI. INDIQUE SUAS PERSPECTIVAS EM RELAÇÃO AO PROJETO.

Apêndice b

Relatório

Reconhecimento e Caracterização dos recursos informatizados e de sua utilização no ensino de engenharia

Subprojeto 1¹

I. Identificação

Software Transcal 1.1 Software educacional para o Ensino de Condução de Calor
Professor coordenador: Dr. Clovis R. Maliska; Pesquisador: MSc Axel Dihlmann.
Bolsistas: Marcus Vinicius Filgueiras dos Reis, Vinicius Strugatta Ambrosio e Clovis R. Maliska Jr.

II. Das características do software e do site

O Transcal 1.1. é uma simulação de um sistema físico: a transferência de calor. Este sistema está desenvolvido como um laboratório virtual, o programa permite que o aluno visualize o escoamento do calor em diferentes materiais escolhendo diversas variáveis e simulando o fluxo, em relação a tempo e intensidade de calor. Assim, ao invés de depender de um exercício mental para entender como se dá o escoamento do calor no ouro, cobre ou chumbo, por exemplo, o estudante observa e analisa a simulação do fenômeno na tela do computador. Em vez de ficar resolvendo exercícios ou equações ele levanta hipótese e opera com equações disponíveis no sistema para avaliar os resultados. Além de visualizar o seu raciocínio, pode visualizar o fenômeno representado em imagens geométricas variadas. Ou seja, além de apresentar o conteúdo de forma simples e interativa, o software propõe uma série de exercícios que, como num jogo, permitem ao APD que construa o conhecimento em um campo fundamental da engenharia através de simulações. (DV30 02:40 a 30:08pm)

O software é basicamente um aplicativo pedagógico desenvolvido, explorando propriedades do sistema de simulação apoiado em alguns recurso do modelo Tutorial. Atende aos critérios relativos à criatividade, documentação, desempenho, originalidade, conteúdo, portabilidade, facilidade de instalação e de uso e de relevância na aplicação.

É um *software* especialmente projetado para o ensino de Condução de Calor. Ele é utilizado para induzir o raciocínio investigativo sobre os fenômenos físicos envolvidos através da simulação e visualização de fenômenos simples e educativos. Com este avanço, visa-se melhorar as ferramentas para o aprendizado de transferência de calor e procura-se permitir que o aluno estude de forma independente, em sua casa, no laboratório de informática, ou em qualquer lugar onde um microcomputador estiver disponível. Logo após os primeiros conceitos de condução de calor serem introduzidos o aluno já se

¹ Esta breve síntese sobre este projeto está baseada nos seguintes PTRs: em duas entrevista feitas com o coordenador, Professor Maliska. (DT 20, 21 e 26) Um questionário respondido pelo professor (DS 14a. a 14h), apresentação do trabalho pelo professor no seminário e três períodos de observação direta feitas uma em laboratório e duas em sala de aula e algumas conversas informais com alunos. (DV 30 e 34)

encontra no momento adequado para utilizar esta poderosa ferramenta e viajar pelo mundo da transferência de calor.

O *software* tem capacidade de resolver problemas de condução de calor bidimensionais transientes, ou em regime permanente, com/sem geração de calor em domínios arbitrários. Isto significa que praticamente todos os problemas que se discute em sala de aula podem ser resolvidos e investigados com o auxílio do software.

O Transcal 1.1 possui uma interface amigável, compatível com os sistemas Windows95/NT e, portanto, é de fácil uso. Suas principais características são inteligentes ferramentas de visualização que colaboram em muito para o entendimento de toda a física envolvida no problema. Foi criado para ajudar no raciocínio na disciplina Transferência de Calor, fazendo com que o aluno possa pensar sobre um problema de física desenvolvendo simulações no computador. O aplicativo é portanto muito fácil de ser utilizado na solução de problemas razoavelmente complexos de transferência de calor por condução. Possibilita superar a intuição física sobre o fenômeno através de simulações demonstrativas explorando diversas variáveis qualitativas e quantitativas baseadas em equações matemáticas e diversas formas de representação visual (imagens, cores, movimentos). <http://sinmec.ufsc.br/transcal/>

O Transcal 1.1 foi desenvolvido junto ao Grupo de Simulação Numérica em Mecânica dos Fluidos e Transferência de Calor (Sinmec), do Departamento de Engenharia Mecânica. A equipe, integrada por professores e estudantes de graduação e de pós-graduação é especializada na produção de softwares de simulação direcionados à pesquisa, inclusive um deles, destinado à simulação de campos de petróleo, é usado atualmente no Centro de Pesquisas da Petrobrás.

O *Software* Educacional para o Ensino de Condução de Calor (Transcal 1.1), desenvolvido no CTC/UFSC, recebeu na Fenasoft 99 o prêmio de primeiro colocado no Concurso Nacional de *Software* Educacional promovido pelo Ministério da Educação (MEC). (DS 14C). De acordo com a comissão avaliadora do Concurso Nacional de Software, a premiação leva em conta aspectos relativos à criatividade, documentação, desempenho, originalidade, conteúdo, portabilidade, facilidade de instalação e de uso e relevância da aplicação, entre outros. No concurso, os programas computacionais produzidos no CTC foram selecionados entre mais de 200 desenvolvidos em todo o país, <http://www.sinmec.ufsc.br>

Além do *Software* os APDs dispõem de site onde podem acessar de qualquer lugar <http://www.sinmec.ufsc.br/transcal/index/html>. Este site tem caráter informativo e serve para os alunos obterem o software. Todos os alunos têm acesso. A homepage contém exercícios que podem ser resolvidos com o software, mas o aluno pode, também, criar e resolver seus próprios problemas explorando o software. Atualmente o site recebe a visita diária de 4 a 598 pessoas que na maioria são alunos, professores ou pesquisadores interessados de todas as partes do Brasil também de outros países.

III. Da aplicação pedagógica

a) Desenvolvido e utilizado nas seguintes disciplinas:

No período 99.1 - Nome da disciplina EMC 5403: Transferência de Calor I turmas 0639A e 0644A horários 2/10:10h-11:50 e 5/10:10-11:00 - n° alunos 19

No Período 99.2 - Nome da disciplina EMC 5403. Transferência de Calor I, turmas 0639A e 0644A horários 2/10:10h-11:50 e 5/10:10-11:00 - n° alunos 38

b) Dos objetivos das disciplinas

Transferência de Calor I, é uma disciplina obrigatória que ensina os fundamentos físicos da transferência de calor e tem por objetivo geral estudar como a transferência de calor se propaga nos sólidos e nos meios e calcular o calor que atravessa um determinado objeto. Principalmente tornar o aluno ativo em sua aprendizagem (DS14b)

c) Do propósito ou dos objetivos do uso de recurso informatizado nessa disciplina

- Melhorar o processo ensino/aprendizagem, auxiliando na solução de problemas mais complexos, permitindo a visualização de um fenômeno físico (condução), por simulação, não possível de observar experimentalmente.
- Atualizar informações, pois o uso de softwares é cada vez mais intenso no exercício profissional do engenheiro. Além do processo de aprendizado descrito acima, o *software* familiariza os alunos com o uso dessas ferramentas no mundo do trabalho.
- Provocar mudança no paradigma pedagógico, alterando a forma como atualmente estes cursos são ministrados. (A forma atual não considera a possibilidade da criação de um laboratório virtual para observar o fenômeno da condução de calor).
- Entender melhor o conteúdo apresentado nas aulas expositivas, apreendendo-o de forma suave e gradativa sem acumular matéria.

d) Da metodologia desenvolvida pelos professores e dos resultados

Esse recurso está sendo usado, na disciplina EMC5403, pela terceira vez, visando melhorar as ferramentas para os estudos de transferência de calor e procurando criar maneiras do aluno estudar de forma independente, em sua casa, no laboratório de informática do CTC ou em outro lugar qualquer onde um micro esteja disponível.

O trabalho pedagógico do professor desenvolve-se baseado na necessidade do aluno, que tem que aprender a conceituação física da transferência de calor e por que aquela equação representa um fenômeno físico e é esse fenômeno físico simulado para ser analisado não só numericamente mas visualmente. (DS 14^a)

O professor utiliza aproximadamente 43% da carga horária para aulas expositivas explorando diversos recursos, como: transparências e demonstrações explorando o próprio software. Todos os alunos participam dos trabalhos no laboratório de informática utilizando recursos informatizados simulando o fenômeno da transmissão de calor e explorando diversas variáveis. O trabalho é realizado por equipe ou individual abrangendo um total de 47% da carga horária. O restante da carga horária aproximadamente 10%, é ocupado em avaliações. As avaliações são feitas em forma de prova objetiva e o desenvolvimento de pequenos exercícios no laboratório explorando o software.

Os alunos têm ainda o recurso disponível para explorar em horário extraclasse o tempo que lhe convier. O Transcal 1.1 está disponível para download no site <http://www.sinmec.ufsc.br/transcal/index.html>

O processo de aprendizagem no Tanscal possibilita ao aluno formular o problema e resolvê-lo através de simulação. A simulação traduz o fenômeno num modelo matemático expresso em linguagem digital. É Diferente da abordagem que se faz em um livro. O livro impresso discute e mostra o fenômeno até onde a linguagem linear explicativa tem condições. E ela é limitada principalmente em relação a uma explicação hierarquizada e a uma expressão de cálculo muito limitada. No software o APD pode propor o problema, realizar equações complexas e verificar suas hipóteses. O APD não está aprendendo

matemática ou cálculo, o APD apreende o problema ou os conceitos subjacentes ao problema. Esta forma de aprendizagem vai além de uma experiência física.

Este DPG tem como propósito a preocupação com a aprendizagem do conceito e não com informações ou definições fragmentadas.(DV33 1:07:02 a 1:07:45)

IV. Da relevância e do uso dos recursos informatizados

As avaliações e os trabalhos realizados indicam que os procedimentos didáticos mediados pelos recursos informatizados contribuem, significativamente, garantindo maior ênfase para o domínio de conhecimentos de específicos; compreensão; aplicação; síntese; podendo os alunos desenvolver uma aprendizagem no nível de domínio da generalização do conceito ou no nível da abstração reflexionante.

A equipe tem desenvolvido um processo de avaliação semestral a respeito do uso do Transcal 1.1. Trata-se basicamente de uma avaliação da satisfação do APD que frequenta as disciplinas que usam o Transcal, porém em turmas diferentes, com abordagens pedagógicas diferentes. Como os próprios pesquisadores concluem, *“A maioria dos alunos sentem-se motivados e satisfeitos, mas considerando as turmas em separados, percebe-se que a turma A tem índice de estímulo 44% e de compreensão do conteúdo 55% enquanto a turma B tem um índice de estímulo de 28% e de compreensão de 42%. Isto mostra que o software por si mesmo não garante o sucesso da aprendizagem, a Ambiência Pedagógica também implica no Movimento da Aprendizagem.”* (DS 14g)

Os trabalhos apresentados em eventos científicos e publicados demonstram a substancialidade desse trabalho

5. Da produção científica nesse projeto.

Esse projeto, em particular, demanda uma produção científica significativa, inclusive se colocando em destaque na FENASOFT 99 em São Paulo, por ocasião do recebimento do prêmio de primeiro lugar em software educativo, promovido pelo Ministério de Educação, MEC.

A concepção e a aplicação desse programa já resultaram na apresentação de três trabalhos em congressos internacionais. Esta é a segunda premiação que o Sinmec recebe na Fenasoft. Em 1995, o programa COI-LIB foi eleito por um júri internacional como um dos cinco melhores produtos apresentados na feira, recebendo o prêmio Max Award - Best Products in Show. Diversos artigos foram apresentados em congressos nacionais e internacionais da área e estão disponíveis no <http://www.ctc.ufsc.br/projetopiloto/areas.htm>

a)Nome do evento: ASME-National Heat Transfer Conference

Local e data Baltimore, USA, August,1997-

Título do Trabalho: Heat Transfer 1.0- An Educational Software for Heat Conduction Teaching

b)Nome do evento: Proceedings of the International Conference on Engineering Education – ICEE 98

Local e data: Rio de Janeiro-RJ, Brasil, novembro de 1998.

Título do Trabalho: Heat Transfer 1.0 – A Software for Heat Conduction Teaching-Computational Structure and Class-Room Experiences

c)Nome do evento: International Mechanical Engineering Congress & Exposition, IMECE 98

Local e data: Anaheim, CA, USA., november 15-20, 1998,

Título do Trabalho: Classroom Experiences with Heat Transfer 1.0 – A Software for Heat Conduction Teaching

d) Nome do evento: II Workshop Internacional de Ensino de Engenharia

Local e data: Florianópolis, Setembro de 1998

Título do Trabalho: Heat Transfer 1.0- Software para o Ensino de Condução de Calor-
Minicurso de 6 horas.

e) Nome do evento: XV COBEM-Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica

Local e data: Águas de Lindóia- SP- 22-26 de novembro de 1999

Título do trabalho: Heat Conduction Teaching-Heat Transfer 1.1 Software+New Course
Programa.

V Das vantagens indicadas pelos professores

Os professores envolvidos nesse projeto reconhecem as seguintes vantagens no uso do software no ensino:

- O software cria um laboratório virtual, permitindo ao aluno ampliar seu conhecimento dos processos físicos.
- Proporciona maior facilidade de estudar - o aluno pode estudar em casa ou em qualquer outro lugar visualizando o fenômeno, o fato ou a experiência, podendo interferir nela com inúmeras variáveis.
- Os alunos podem estudar os assuntos mais complexos pois têm livre acesso para exploração e experimentação tanto no laboratório como em casa através do site. (DV34 1:24:45)
- Facilitação para demonstrar um problema explorando diversas geometrias e diferentes variáveis. O aluno pode experimentar e visualizar o problema da transferência de calor em diferentes peças metálicas.
- O software Tanscal 1.1, além de estar dotado de potentes recursos pedagógicos, é uma ferramenta que coloca o aluno frente aos desafios profissionais. (DV34 1:25:12)
- Com essa ferramenta o aluno ganha em relação ao tempo, pois não precisa fazer inúmeros cálculos, basta que ele compreenda quais os cálculos a serem feitos, indique ao sistema as variáveis e obtenha a estimativa necessária.
- Usar laboratório virtual possibilita resolver um problema complexo a partir de uma questão simples sem se preocupar com gastos extraordinários de materiais.

VI Das dificuldades indicadas pelos professores

O relato dos professores registram-se as seguintes dificuldades:

- É necessário ter mais salas disponíveis para os alunos, com mais e melhores computadores, bem como apoio de pessoal técnico para manutenção e atualização da infraestrutura.
- Precisa-se uma infra-estrutura ampliada em tanto em relação a equipamentos como a pessoal especializado. O professor que trabalha sozinho na universidade encontra inúmeras dificuldades que em equipe seriam facilmente resolvidas. *"No nosso caso em particular utilizamos a infra-estrutura de um laboratório de pesquisa e, por isso, a situação não é tão difícil. Mas se o professor estivesse sozinho em suas atividades jamais desenvolveria o trabalho que desenvolvemos".*(DV34 1:24:45)
- Precisa-se de salas de aula equipadas com computadores e *data-show* para se explorar também, o *software* durante nas de aulas convencionais, pois o numero de laboratórios é limitado.

- Confrontar-se com a resistência do aluno fundada numa cultura escolar de recepção passiva de informações prontas, absolutas, corretas e não estão acostumados e enfrentar o desafio de construí-las.

VII Das Perspectivas dos professores e alunos participantes do subprojeto

"A qualidade do Transcal é resultado de anos de trabalho. Esse prêmio é a prova de que não se faz ensino de qualidade sem pesquisa. Queremos transformar o conceito e o aprendizado da questão da transferência de calor, superando a fragmentação do conteúdo que é apresentado nos livros de física pelo estudo e compreensão do fenômeno como um todo. Com o auxílio do software não só vamos abstrair a equação mas vamos traduzi-la e observá-la em movimento em um laboratório virtual. Nosso próximo passo é escrever um livro para o ensino nessa área, mostrando a necessidade da aprendizagem desse conteúdo, dos problemas físicos e de suas representações matemáticas demonstradas pelo software. Propor um estudo nada compartimentalizado e sim, através de um problema, analisar todas as características e fatores que o envolvem" (Palavras do Coordenador do projeto professor Maliska DT 21).

O Transcal 1.1 vem sendo usado por professores e estudantes em diversas universidades do país. Acredita-se que essa parceria permanente contribui de forma significativa para o aprofundamento e a validação do uso de recursos dessa categoria no ensino. Esse software chegou à sua forma final nos últimos dois anos, num processo que conta com a participação especial dos estudantes Marcos Vinícius dos Reis, Clovis Maliska Júnior, Rodrigo Becke Cabral e Vinícius Strugatta Ambrósio e do pesquisador Axel Dihlmann, sob a orientação do professor Clovis Maliska além das discussões e parcerias que têm sido estabelecidas com inúmeros professores e alunos no ciberespaço.

Subprojeto 2²

I Identificação

Projeto de Circuitos Auxiliado por Simuladores Elétricos - Simulador *MICROCAP*
Professores Coordenadores e participantes: Márcio C. Schneider e José Carlos Moreira Bermudez. Bolsistas: Briam Cavalca Bork

II Das características do *software* e/ou do site

O *Software* é uma simulação de um sistema físico que representa um sistema de circuitos elétricos. É um sistema especialista desenvolvido no modelo simulação. O simulador é uma descrição matemática de um problema físico; não representa a realidade de uma experiências de forma absoluta mas possibilita a demonstração virtual do problema sustentado em equações matemáticas, evidenciando propriedades e características fundamentais para o entendimento do fenômeno. O simulador MICROCAP é um laboratório virtual onde o aluno pode experienciar os problema explorando diferentes variáveis, sem risco e sem custos extraordinários. A partir de um sistema de simulação a equipe desenvolveu um aplicativo pedagógico para ensino de circuito elétricos, simulando pequenos experimentos . (DT24)

O site www.eelufsc.br/eel5346 é de caráter informativo, explorando o sistema hipertexto. Oferece ao aluno acesso ao plano de ensino; roteiro de aulas e de trabalhos em laboratórios; resultados de provas e trabalhos e download do software MICROCAP.

III Da aplicação pedagógica

a) Desenvolvido e utilizado nas seguintes disciplinas

No período de 99.1 na disciplina de EEL5346 – Eletrônica Básica 641F, com 12 alunos.

No período de 99.2 na disciplina de EL5346 – Eletrônica Básica: turmas 530B, 530C, 508202, com 67 alunos e na EEL 7061 - Eletrônica Básica: turmas 641A,B,C,D,E, com 72 alunos.

b) Dos objetivos das disciplinas

É uma disciplina básica para análise e projeto de circuitos eletrônicos direcionada a estudantes de Engenharia Elétrica e de áreas correlatas. São apresentados alguns princípios básicos para compreensão de dispositivos semicondutores e suas aplicações em circuitos elementares. Pretende-se desenvolver nos estudantes capacidade de analisar circuitos

² Esta síntese é resultado de análise dos seguintes PTRs: Observações em sala de aula e laboratório DS15aDS15b: plano de ensino DS15c;questionário respondido pelos DS15d; entrevista com Prof. e alunos DT24 e site da disciplina.

eletrônicos a diodo e transistorizados e de iniciar o projeto de circuitos simples. É enfatizada a operação dos dispositivos em corrente contínua e em baixas frequências. (DS plano de ensino)

c) Do propósito ou dos objetivos do uso de recurso informatizado nessa disciplina

- Introduzir novos recursos para aprendizado.

d) Da metodologia desenvolvida pelos professores

O professor explora a técnica de aulas expositivas com exploração de transparências em PowerPoint e quadro giz para trabalhar teoricamente os assuntos, num total de 60 h/a, complementando com a opção do aluno de explorar os recursos de simulação do software no laboratório com o apoio do bolsista. Praticamente 20% dos alunos da turma fazem o trabalho de laboratório. Os alunos podem explorar diversas variáveis visualizando os processos e fenômenos no software. Além disso estão disponibilizados no site os recursos de simulação os aos quais a maioria dos alunos tem acesso em casa ou no laboratório. O professor organiza seu trabalho, explorando diversas modalidades de ensino como ele mesmo explica. (DS15a)

O material do curso é organizado em aulas expositivas, aulas de exercício e laboratório. As aulas expositivas são o veículo inicial para introdução de novos tópicos. As aulas de exercício servem para fixação de conceitos, quer através de discussão com os alunos, quer através da resolução de exercícios. As sessões de laboratório oferecem uma excelente oportunidade para explorar experimentalmente os conceitos apresentados nas aulas expositivas.

As tarefas, os relatórios e as provas são parte essencial do processo de aprendizado. Também servem como instrumento de avaliação do progresso dos estudantes no domínio do conteúdo. As tarefas propostas para o estudo de laboratório são importantes não apenas como instrumentos de avaliação do aprendizado mas também como forma de praticar para obter um bom desempenho no laboratório e nas provas. (DS15a)

As sessões de laboratório oferecem oportunidades para trabalhar com dispositivos e circuitos discutidos em sala de aula e realizar medidas usando instrumentos básicos de bancada.

Como no laboratório trata-se através do software de explorar questões fundamentais do ensino de eletrônica, o seu domínio é um importante auxílio na compreensão dos tópicos da disciplina.

O desempenho do estudante é avaliado através de provas, relatórios, tarefas e testes, ponderados segundo a seguinte distribuição 1^a prova – 30%; 2^a prova – 35%; Laboratório – 25%, listas de exercício – 10%;

No início do semestre são constituídos grupos de dois alunos, pertencentes à mesma turma, tanto para fins de trabalho em laboratório quanto para realização de outras tarefas. (DS 15c)

IV Da relevância do uso dos recursos informatizados

Das sete turmas nessa disciplina, uma participa do projeto e dessa, nem todos os alunos participam dos trabalhos no laboratório e recursos informatizados, explorando os simuladores disponíveis para realização de experimentos - pois esse trabalho é opcional. No período analisado 20% dos alunos participaram efetivamente do trabalho de laboratório, mas todos tinham acesso aos *softwares* no site. Acredita-se que o recurso informatizado contribui significativamente para o desenvolvimento da aprendizagem no nível de domínio

da aplicação dos conhecimentos em experimentos e resolução de problemas, porém a maioria dos professores e de alunos estão limitados à cultura da aula expositiva e precisam de um certo tempo para descobrir a riqueza dos novos recursos. O professor tem feito constantes relatórios para registrar esse processo e suas variações. (DT24)

V Das vantagens indicadas pelos professores

A principal vantagem é a utilização de uma ferramenta computacional como importante suporte ao projeto de circuitos eletrônicos não só como recurso de aprendizagem mas como recurso profissional que pode ser explorado posteriormente no mercado. Utilizar a simulação como recurso para experimentar virtualmente facilita o aprendizado e não induz a riscos e custos excessivos, além de potencializar o tempo e as condições de aprendizagem. Gostaríamos de ter uma avaliação e validação desses recursos pela pedagogia. A prática tem demonstrado que o simples comparecimento às aulas expositivas e a leitura do livro-texto não são suficientes para entendimento do conteúdo. As tarefas e os relatórios são elementos essenciais para fixação de conceitos e compreensão dos conteúdos em que os estudantes apresentam maiores dificuldades.(DS15e)

VI Das dificuldades indicadas pelos professores

Enfrenta-se como principal dificuldade a limitação dos recursos no laboratório para atender todos os alunos e a não-aquisição oficial de um número de programas suficiente, pois até agora se dispõe somente da versão demonstrativa, é isto é muito pouco. Outra dificuldade é de manter os projetos e neles os bolsistas, que são imprescindíveis para o desenvolvimento dos aplicativos pedagógicos. *“Nós professores não temos condições de fazer tudo, precisamos de uma equipe”*. (DS15)

VII Das perspectivas indicadas pela equipe

O uso do *software* não dispensa a presença do professor; muito pelo contrário, exige ainda mais o acompanhamento do professor pois o que foi explicado na teoria pode ser constatado na prática no laboratório podem ser discutidos com o professor todas as dúvidas. Acredita-se que os recursos informatizados exigem ainda mais a presença do professor e não o descartam como alguns temem.

Decorrente dessa observação, os alunos esperam que lhes sejam ainda oferecidos maior tempo e condições de estudos nos laboratórios de informática. Porém, segundo a posição dos professores, se não forem superadas as dificuldades apresentadas acima, em função da não aquisição do programa, dificilmente manter-se-á essa experiência nos próximos semestres, ou seja. Pois do programa básico explorado nessa experiência a equipe do projeto dispõe somente da versão demonstrativa. Outra questão a ser resolvida para continuidade do projeto é a manutenção do bolsista. (DS15E)

Subprojeto 3³

I Identificação

Informatização de Experimentos do Laboratório Didático de Mecânica, Acústica e Termodinâmica do Departamento de Física

Professor coordenador: Nelson Canzian da Silva

Professores participantes: Todos os professores que ministram disciplinas que utilizam o Laboratório, supervisionado pelo Prof. João José Piacentini; bolsistas: Marcelo Mauro Silveira (do projeto) e outros bolsistas do grupo

II Das características do software e/ou do site

a) do site

O Site www.fsc.ufsc.br/~canzian é de caráter informativo e interativo; apresenta-se em uma estrutura não linear, explorando textos e hipertexto. O site serve para informar: roteiros de experiências; dicas para elaboração de relatórios e provas; planos de ensino, simulação de experiências e análise de dados via Internet e. Além disso indica aspectos gerais do curso: nomes dos professores, experimentos a serem realizados, cronogramas, exercícios

b) dos softwares

Um sistema de Aquisição de dados com software integrado de Simulações PASCO e visualizadores em Java para Internet. É um sistema adaptado de software de simulação para um aplicativo pedagógico desenvolvido pela equipe. Basicamente um aplicativo pedagógico para análise de dados. <http://www.fisica.ufsc.br/lab1/>. Os softwares desenvolvidos e/ou utilizados têm por base a simulação de um sistema físico, associados a tutoriais, explorando também visualizadores e programas de cálculos.(DS16g)

III Da aplicação pedagógica

a) Desenvolvido para ser explorado nas seguintes disciplinas

FSC5122 - Física Experimental I, todas as turmas dos semestre 99.1 (315 alunos) e 99.2 (300 alunos). Horários: 2a. a 6a., das 9:10 às 11:50, 13:30 às 16:00 e 16:20 às 18:50, com 3 horas-aula por semana em turmas de 15 alunos.

b) Objetivos das disciplinas

- Geral:

Ao terminar o curso, o aluno deverá ser capaz de executar experiências de Mecânica, Acústica e Termodinâmica com equipamentos fornecidos, analisando e interpretando os resultados obtidos.

- Específicos:

³ Esta síntese tem por base os seguintes PTRs: Plano de ensino DS16a; observações em laboratórios DS 16b e 16c, Entrevistas 16f e DV34, DT 22 e 23 e questionário DS16e.

Ler instrumentos de medidas. Analisar a confiabilidade das medidas (erros e propagação de erros). Representar graficamente as medidas de acordo com as normas de construção de gráficos. Comprovar experimentalmente leis básicas da Mecânica, Acústica e Termodinâmica. (DS16a)

c) Propósito ou objetivos do uso de recurso informatizado nessa disciplina

- Melhorar o processo ensino-aprendizagem;
- Otimizar o tempo empregado no processo de ensino;
- Atualizar informações;
- Experimentar novos processos de conhecimento;
- Provocar mudança no paradigma pedagógico;
- Identificar mudança cultural em relação ao uso dos recurso informatizado no ensino;
- Eventualmente possibilitar mudança curricular no curso.

Outras questões consideradas pelo professor coordenador em entrevista a respeito dos aspectos pedagógicos devem ser destacadas:

“Acredita-se que ao automatizar procedimentos repetitivos, a atenção do estudante pode ser dirigida a aspectos fundamentais dos conceitos envolvidos nos experimentos. Também o interesse tecnológico (aquisição de dados por computador) pode estimular o aluno a fazer questionamentos sobre a natureza e as transformações sofridas pela informação em sua fonte (o fenômeno físico) até a sua interpretação (tradução, registro, análise e visualização dos dados)

“O aumento na velocidade de aquisição e análise dos dados proporciona mais tempo para explorações e para atividades mais interpretativas que podem ter maior impacto no aprendizado.”

“A aquisição e análise automatizadas aumentam o tempo disponível para estudar aspectos da física subjacente aos experimentos.”

“A atualização de informações ocorre na medida em que o uso de experimentos integrados à Internet expõe a conteúdos permanentemente atualizados”.

“O processo e os programas utilizados mostram aos estudantes formas de organizar e apresentar os dados experimentais de acordo com padrões e critérios comumente” (DT22 e 23 e DV33).

c) Da metodologia desenvolvida pelos professores

O curso é ministrado em aulas teórico-práticas utilizando o equipamento disponível. Os procedimentos básicos de ensino para garantir os objetivos propostos são bastantes variados. Os professores exploram o recurso de aula expositiva apoiada pelo uso de transparências e exploração no site, totalizando 12 h/a. Desenvolvem trabalhos explorando software em laboratório de informática, num total de 09 h/a. Realizam atividades experimentais em laboratório com apoio de software, num total de 09 h/a; realizam atividades experimentais em laboratório sem apoio de software, num total de 18 h/a. Além disso os alunos dedicam 06 horas em análise e realização de pequenos relatórios. Todos os alunos participam dos trabalhos no laboratório explorando recursos informatizados. Os alunos podem ainda usar quanto tempo quiserem explorando todo o material inclusive as simulações através do site.

A avaliação é feita através de uma prova sobre erros e gráficos e da correção dos relatórios das experiências. A prova é individual e tem peso 5. Os relatórios são realizados

em grupos de 3 alunos e a nota é atribuída ao grupo. A média dos relatórios é calculada desprezando-se a pior nota entre as onze notas dos relatórios e terá peso 5 no cálculo da média final. Será considerado aprovado o aluno que obtiver média final igual ou superior a seis.

IV Da relevância do uso dos recursos informatizados

O processo de ensino apoiado por recursos informatizados pode contemplar os níveis básicos de domínio de conhecimento propostos simultaneamente, pois supera a fragmentação que se faz nas aulas expositivas. Entretanto, indicamos aqueles que nos parecem mais significativos por exemplo: conhecimento de meios e formas, aplicação, síntese e a maioria atinge o nível de generalização quando desenvolve um experimento seja por simulação ou em laboratório com experiências normais (DS16e).

O coordenador do projeto está desenvolvendo um sistema em rede para acompanhar a exploração no site, pois acredita que se faz necessário criar estratégias para romper com a cultura ainda adversa ao uso de ambientes virtuais para estudo além da cultural instalada na pedagogia da transmissão e da passividade do aluno.

V Das vantagens indicadas pelos professores

Acredita-se que com o uso simultâneo de diversos recursos didáticos inclusive os informatizados, pode garantir: maior qualidade nos dados experimentais adquiridos; ampliar as possibilidades de análise de dados e de visualização dos resultados; minimizar tarefas repetitivas; alterar a concepção cultural sobre recursos informatizados não só em relação ao ensino como em relação à profissionalização. (DS16g)

VI Das dificuldades indicadas pelos professores

As principais dificuldades estão relacionadas à falta ou obsolescência de equipamentos e à falta de pessoal qualificado para desenvolver aplicativos específicos para o ensino.

VII Das perspectivas da equipe

Ampliar o uso de recursos informatizados para todas as experiências realizadas na disciplina e conseguir apoio financeiro através de projetos para ampliar a base técnica.

Subprojeto 4.

I Identificação

Apoio informatizado no ensino das disciplinas de Matemática nas Engenharias da UFSC.

Professor coordenador – Cleide Regina Lentz Paladini

Professores participantes – Rita de Cássia S. Eger, Rosimary Pereira, Mirian Buss Gonçalves, Miguel P. Peres e Cleide Regina Lentz Paladini

Bolsistas: não tem

Este subprojeto, na verdade desdobra-se em outros três que exploram os mesmo softwares para desenvolver seus aplicativos pedagógicos.

II Das características do software e/ou do site

Explorando diversos *softwares*, os professores desenvolveram um sistema denominado aplicativo pedagógico para o ensino das disciplinas de Matemática nas Engenharias. Os softwares que estão sendo utilizados são:

MAPLE V – utilizado em conteúdos que de funções que envolvem muitas variáveis e funções vetoriais.

DERIVE for Windows – utilizado em conteúdos que envolvam funções de uma variável.

MATLAB – utilizado em álgebra matricial.

Subprojeto 4a⁴

Rita de Cássia S. Eger – rita@mtm.ufsc.br

Professora Rosimary Pereira – rose@mtm.ufsc.br

III Da aplicação pedagógica

a) Os softwares

Esse Subprojeto foi desenvolvido para aplicar nas seguintes disciplinas:

No período de 99.1:

1)MTM5163 – Cálculo C, nas turmas 345/346, com a professora, com 35 alunos e 5 h/a e nas turma 339^A Professora Rita, com 33 alunos;

2)MTM5512 – Geometria Analítica, nas turmas 145/146, com professora Rosimary com 58 alunos;

3)MTM5162 – Cálculo B, nas turmas 239B com a professora Rita, com 38 610102

No período de 99.2

⁴ Esta síntese está baseada em entrevista e exposições do professores nos PTRs DS17d, DS17g DT25 e DV34

- 1)MTM5162 – Cálculo B, na turma 236B, com a Professora Rosimary, para 35 alunos e para a turma 242, com a professora Rita, para 24 alunos;
 2)MTM5512 – Geometria Analítica, para as turmas 139^A, com professora Rita, pra 41 alunos

b) Objetivos das disciplinas

Na TM5162

- Calcular integrais.
- Aplicar integrais definidas em problemas sobre área, volume e comprimento de arco de uma curva.
- Estudar funções de várias variáveis

Na MTM5163 – Parametrizar curvas e superfícies.

- Calcular integrais de linhas e de superfícies.
- Resolver equações diferenciais ordinárias.

Na MTM5512- Resolver sistemas de equações lineares

- Aplicar as noções de matrizes e vetores para resolver problemas de retas e planos.
- Identificar e representar graficamente uma curva plana.

c) Dos propósitos ou objetivos do uso de recurso informatizado nessa disciplina

- Melhorar o processo ensino-aprendizagem, adquirindo um conhecimento “mais amplo” através das facilidades e agilidade do computador.
- Experienciar novos processos de conhecimento através da resolução de exercícios mais complexos.
- Provocar mudança no paradigma pedagógico, pois as aulas ficam mais descontraídas e aumentam a participação dos alunos.(DS17d)

d) Da metodologia desenvolvida pelos professores

Nem todos os alunos participam dos trabalhos no laboratório explorando recursos informatizados, pois este trabalho ocorre em tempo extracurricular, mas aproximadamente 80% participam. O professores ocupam a sua carga horária regular (80 h) com aulas expositivas tratando dos conteúdos básicos, enriquecidas com uso de retroprojeter, quadro a giz e a exploração do software. Trabalham 6h/a na exploração de software em laboratório de informática, ocupam também 4h/a na produção de pequenos textos

Quanto à avaliação dos alunos, realizam-se no decorrer do bimestre 5 provas objetivas perfazendo um total de 10 h/a. Além disso os professores procedem a uma avaliação através de observações diretas e pelo registro da participação dos alunos nas atividades e pela realização de exercícios.

IV Da relevância do uso dos recursos informatizados no ensino

De forma geral, no desenvolvimento de todo o processo pedagógico os alunos alcançam uma aprendizagem no nível de domínio de conhecimento de específicos: compreensão; análise e generalização dos conceitos estudados.

Os professores acreditam que os recursos informatizados implicam diretamente no domínio de conhecimento de específicos; compreensão e aplicação. No decorrer dessa disciplina os professores têm feito um acompanhamento e avaliação do uso destes recursos

no processo de aprendizagem através de observações diretas, porém não têm ainda um sistema de registro objetivo.

V Das vantagens indicadas pelos professores

As principais vantagens do uso deste recurso no processo de ensino nessa disciplina foram, na opinião das professoras: Motivação dos alunos para o estudo; participação dos alunos na construção de conhecimentos; as aulas de laboratório complementam as aulas teóricas; maior empenho dos professores no planejamento das aulas. (DV34)

VI Das dificuldades indicadas pelos professores

As principais dificuldades encontradas no desenvolvimento desse programa de ensino apoiado em recursos informatizados são: o número reduzido de horas- aula por disciplina; o número reduzido de máquinas por laboratório; o espaço físico inadequado. (DV34)

VII Da produção científica nesse projeto

As experiências nestas duas disciplinas têm gerado reflexões e produções significativas para o avanço do ensino nas engenharias, por exemplo:

a) Apresentação da experiência em eventos científicos

Nome do evento: XXII CNMAC

Local e data : Santos em São Paulo, de 13 a 17 de setembro de 1999

Título do trabalho: O uso da informática como nova metodologia para o ensino das disciplinas de Cálculo e Geometria Analítica

Nome do evento : XXVI COBENGE

Local e data: Rio de Janeiro, de 18 a 21 de outubro de 1998.

Título do trabalho: Informatização das disciplinas de Cálculo e Geometria Analítica das Engenharias: a importância do desenvolvimento de seqüências didáticas no planejamento destas aulas

b) Publicação de resumos

Nome do evento: XXII CNMAC

Local e data: Santos. São Paulo de 13 a 17 de setembro de 1999

Título do trabalho: O uso da informática como nova metodologia para o ensino das disciplinas de Cálculo e Geometria Analítica

c) Publicação de artigos

Nome do evento : XXVI COBENGE

Local e data: Santos de 18 a 21 de outubro de 1998

Título do trabalho: Informatização das disciplinas de Cálculo e Geometria Analítica das engenharias: a importância do desenvolvimento de seqüências didáticas no planejamento destas aulas (DS17g).

VI Das perspectivas da equipe

A equipe acredita na possibilidade da continuidade do projeto, possibilitando a elaboração de novas seqüências didáticas utilizando a informática e também a participação de mais professores no grupo.

Para se atingir todos os objetivos propostos nas seqüências didáticas é necessário que tenhamos laboratórios adequados(mais espaçosos como pelo menos 30 máquinas) e um auxiliar disponível durante as aulas (DV34).

Subprojeto 4b⁵

I Identificação

Profa. Mirian Buss Gonçalves/ Departamento de Matemática - UFSC

Nome do projeto : Informatização das Disciplinas de Cálculo e Álgebra Linear das Engenharias

Professor coordenador – Profa. Cleide Regina Lentz Paladini

Professores participantes – Mirian Buss Gonçalves, Rosimary Pereira, Rita de Cassia Egger, Miguel P. Perez

Bolsistas – não tem

II Das características do *software* e/ou do site

a) do *software*

Os *softwares* mais utilizados nestes trabalhos são simulações de modelo de sistemas artificiais como: *DERIVE*, para funções de uma variável, e *MAPLE*, para funções de várias variáveis e funções vetoriais. Explorando estes *software* os professores desenvolvem pequenos sistemas denominados aplicativos pedagógicos.

III Da aplicação pedagógica

Aplicativos pedagógicos desenvolvidos para as seguintes disciplinas e períodos:

No período 99.1

Disciplina Cálculo B, turma 0232, pela professora, para 60 alunos, com uma carga horária de 5 h/a

No período 99.2

Disciplina Cálculo C, turma 0330, pela professora Mirian Buss Gonçalves, para 37 alunos, uma carga horária de 5 h/a para 37

a) Objetivos das disciplinas

- Em cálculo B:

Objetivos Gerais: Propiciar ao aluno condições de:

- Desenvolver sua capacidade de dedução;
- Desenvolver sua capacidade de raciocínio lógico e organizado;
- Desenvolver sua capacidade de formulação e interpretação de situações matemáticas;
- Desenvolver seu espírito crítico e criativo;
- Perceber e compreender o inter-relacionamento das diversas áreas da Matemática apresentadas ao longo do curso;

⁵ Esta síntese está apoiada em entrevistas, questionários e exposições da professora conforme PTRs DS17c, DS17f, DT25, e DV34

- Organizar, comparar e aplicar os conhecimentos adquiridos.

Objetivos específicos: Concluindo o programa de Cálculo B, o aluno deverá ser capaz de:

- Calcular integrais pelos métodos explicitados no conteúdo programático;
- Aplicar integrais definidas em cálculo de áreas, volumes e alguns problemas físicos;
- Adquirir noções básicas de funções de várias variáveis e aplicações que envolvam derivadas parciais;
- Calcular integrais múltiplas e fazer aplicações destas integrais.

Cálculo C:

Objetivos Gerais: Os mesmos do Cálculo B.

Objetivos específicos:

- Identificar funções vetoriais.
- Calcular limites, derivadas, derivadas parciais, derivadas direcionais de funções vetoriais.
- Parametrizar curvas e algumas superfícies.
- Calcular e interpretar o gradiente, divergente e rotacional.
- Identificar e calcular integrais de linha e de superfícies e aplicá-las em alguns problemas práticos.
- Identificar equações diferenciais de primeira ordem.
- Resolver equações diferenciais de 1ª ordem e 1º grau.
- Resolver alguns problemas práticos que envolvem solução das equações dadas.
- Identificar equações diferenciais de ordem n.
- Resolver alguns tipos especiais de equações de ordem n.
- Resolver equações lineares de ordem n.
- Resolver equações diferenciais utilizando transformada de Laplace (DS17c).

b) Propósito ou objetivo do uso de recurso informatizado nessa disciplina

O propósito básico do uso dos software é:

- Melhorar o processo ensino-aprendizagem, porque os alunos ficam mais motivados quando usam o computador como ferramenta. Por outro lado, a sua utilização permite uma análise mais crítica por parte do estudante e a exploração de situações problemas mais próximas da realidade.
- Otimizar o tempo empregado no processo de ensino. Neste caso poderíamos dizer que sim e que não depende do nível crítico do aluno. Muitos têm a expectativa de que o tempo de aprendizagem utilizando o computador seja mais rápido. A experiência têm mostrado que isso não é verdade nas disciplinas básicas. Acredito, que após as disciplinas básicas, tendo o aluno já despertado uma atitude mais crítica, de fato isso pode acontecer
- Experienciar novos processos de conhecimento em aulas onde introduzimos novos conceitos, o aluno é levado a conjeturar e descobrir. Porque? Acreditamos que, embora em geral isso leva um pouco mais de tempo, o aluno adquire de fato, com profundidade, os novos conhecimentos.
- Provocar mudança no paradigma pedagógico. Tornando o aluno mais independente em relação ao professor. Tornando-o mais ativo no processo.
- Possibilitar mudança curricular no curso

Os cursos de Cálculo necessitam ser repensados e a matéria redistribuída. Por exemplo, o curso de Cálculo C é praticamente impossível de ser ministrado de maneira honesta devido ao acúmulo de conteúdo.(DT25)

c) Da metodologia desenvolvida pelos professores

Todos os alunos participam dos trabalhos no laboratório explorando recursos informatizados. Os professores desenvolvem suas aulas na maior parte da carga horária, ministrando aulas expositivas dialogadas com apoio de: retroprojetor; quadro a giz ; softwares e materiais concretos. Desenvolvem também trabalhos específicos explorando os softwares em laboratório de informática, em aproximadamente 8 h/a; dedicam de seu tempo 2 h/a para produção e análise

Quanto à avaliação, os alunos resolvem provas subjetivas num total de 6 h/a. Além das provas os professores utilizam outras formas para avaliar o rendimento de seus alunos, como: observações diretas; participação; relatórios; exercícios; entrevistas.

IV Da relevância do uso dos recursos informatizados no ensino

De forma geral a aprendizagem dos alunos atinge o nível de domínio de conhecimento de específicos; conhecimento de meios e formas; compreensão; aplicação e generalização. Os professores acreditam que o recurso informatizado usado contribui com maior significância no desenvolvimento de seus alunos nos domínios de compreensão e generalização de conceitos

Após as aulas em laboratório computacional, os alunos preencheram uma ficha com algumas questões sobre a aula. Destaca-se que a ampla maioria dos alunos não teve dificuldade de interagir com o software. Acredita-se que a aula em laboratório ajudou muito na aprendizagem do conteúdo abordado, que este tipo de aula precisa o acompanhamento do professor e que a aula motivou mais os alunos para o estudo da disciplina.

As principais vantagens no uso desses recurso manifestam-se são: alta motivação dos estudantes; as possibilidade de solidificar mais os conceitos; a possibilidade de trabalhar com situações mais “reais”; condições do despertar uma atitude mais crítica por parte dos alunos;

V Das dificuldades indicadas pelos professores

As principais dificuldades encontradas no desenvolvimento desse programa de ensino são as seguintes:

- Número de alunos em classe incompatível com tamanho do laboratório. Quando se conta com a colaboração de alunos de pós-graduação de matemática que estão fazendo seu estágio docência, pode-se dividir a turma e uma grupo trabalhava no laboratório e a outro na sala de aula.
- Necessidade de pessoal de apoio no laboratório. Encontram-se muitos problemas que poderiam ser resolvidos com um apoio em manutenção. Muitas vezes os computadores não permitem acesso ao *software*, outros estão com configurações diferentes e perde-se muito tempo em problemas técnicos.
- É difícil compatibilizar o número de horas aulas com os conteúdos a serem ministrados nas disciplinas de Cálculo.

- Falta melhorar a ergonomia dos laboratórios. O trabalho com aplicativos exige que os alunos trabalhem em paralelo no ambiente lápis-papel e computador.
- Os equipamentos do laboratório de criação estão ficando sucateados. Necessita-se melhorar este laboratório com novos equipamentos e com urgência. (DS17f)

VI Da produção científica nesse projeto

Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional

Local e data: Santos, São Paulo, no período de 13 a 17 de setembro de 1999

Título: Palestra - O Uso da Informática no Ensino de Matemática: Os Desafios do Novo Século

Subprojeto 4c⁶

I Identificação

Apoio Informatização das Disciplinas de Matemática nas Engenharias.

Professor coordenador: Cleide Regina Lentz Paladini

Professores participantes: Mirian Bus Gonçalves; Rosimary Pereira; Rita de C. S. Eger Miguel P. Perez.

Bolsistas: não tem.

II Das características do software e/ou do site

O site é de caráter informativo e formativo pois disponibiliza informes gerais e programas de trabalho bem como exemplos de aplicativos desenvolvidos pelos professores. <http://www.mtm.ufsc.br/laboratorios/labi.html>

Os *softwares* utilizados são basicamente simulações de modelo de sistemas artificiais expressando raciocínios matemáticos são bastante complexos, e os aplicativos desenvolvidos se resumem em explorar alguns aspectos de suas potencialidades. Os softwares utilizados são os seguintes:

- DERIVE FOR WINDOWS: Adequado aos conteúdos que envolvem funções de uma variável real.
- MAPLE V: Adequado aos conteúdos que envolvem funções de MAIS uma variável real e funções vetoriais, explorando gráficos e superfícies.
- SINDE 97: Adequado a introdução do conteúdo *Integral Definida*.

Esses softwares são do tipo Tutoriais e a partir deles os professores têm desenvolvido diversos aplicativos pedagógicos.(APGD)

III Da aplicação pedagógica

Este subprojeto está sendo desenvolvido e aplicado nas seguintes disciplinas e períodos

No período 99.1

1) Cálculo A para a turma 139 pela professora Cleide Regina Lentz Paladini, carga horária 4 hs/a, para 45;

⁶ Esta síntese tem como apoio entrevistas, questionários e exposição da professora conforme os PTRs: DV34, DT25, DS17a, 17b, 17e, 17h, 17i, 17.

2) Cálculo C, para turma 330, pela professora Cleide Regina Lentz Paladini, com uma carga 4hs/a para 46 alunos

No período de 99.2

1) Cálculo A, na turma 239 pela professora Cleide Regina Lentz Paladini, com uma carga de 4hs/a pra 47 alunos

c) **Objetivo das disciplinas**

Objetivos Gerais

- Calcular integrais pelos métodos explicitados no conteúdo programático;
 - Aplicar integrais definidas em cálculo de áreas, volumes e alguns problemas físicos;
 - Adquirir noções básicas de funções de várias variáveis e aplicações que envolvam derivadas parciais;
 - Calcular integrais múltiplas e fazer aplicações destas integrais.
- Objetivos específicos: Concluindo o programa de Cálculo C, o aluno deverá ser capaz de:

Objetivos específicos:

- Identificar funções vetoriais.
- Calcular limites, derivadas, derivadas parciais, derivadas direcionais de funções vetoriais.
- Parametrizar curvas e algumas superfícies.
- Calcular e interpretar o gradiente, divergente e rotacional.
- Identificar e calcular integrais de linha e de superfícies e aplicá-las em alguns problemas práticos.
- Identificar equações diferenciais de primeira ordem.
- Resolver equações diferenciais de 1ª ordem e 1º grau.
- Resolver alguns problemas práticos que envolvem solução das equações dadas.
- Identificar equações diferenciais de ordem n.
- Resolver alguns tipos especiais de equações de ordem n.
- Resolver equações lineares de ordem n.
- Resolver equações diferenciais utilizando transformada de Laplace. (DS17a)

c)- **Propósito do uso de recurso informatizado nessa disciplina**

As expectativas com o uso dos aplicativos pedagógicos baseados nos softwares são

- Desenvolver o raciocínio e o senso crítico, evitando acomodação mental.
- Melhorar o processo ensino-aprendizagem
- Adquirir um conhecimento "mais amplo" através da adequação das facilidades e agilidades do computador.
- Experienciar novos processos de conhecimento através da resolução de exercícios mais complexos
- Provocar mudança no paradigma pedagógico: Através da utilização de recursos informatizados mudar a rotina quase tradicional das aulas.
- Possibilitar mudança curricular no curso, por exemplo, verificando-se que o número de h/a por disciplina está aquém do necessário.
- Motivar mais os professores no processo de planejamento e execução de suas aulas.

d) Da metodologia desenvolvida pelos professores

O processo de ensino se desenvolve em grande parte em forma de aulas expositivas em sua carga horária normal apoiada por retroprojeter, quadro a giz. Os trabalhos no laboratório de informática, explorando os softwares, obedecem a um roteiro previamente distribuído ao aluno, e se dá num período de 60 h/a. Quando o aluno tem uma gama de situações-problemas vai-se então ao laboratório para fazer a exploração do software buscando maior entendimento e compreensão dos conceitos. Além disso, dedica-se parte da carga horária para produção de textos e produção e análise de pequenos relatórios de resultados de trabalhos. No resultado dos trabalhos questionam-se freqüentemente os limites do sistema e as inúmeras alternativas para solução de um problema.

Quanto à avaliação, os alunos resolvem 5 provas subjetivas num total de 10 h/a. Além disso o professor utiliza outras formas de avaliação como :observações diretas; participação; relatórios.

IV Da relevância do uso dos recursos informatizados nos ensino

Nem todos os alunos participam dos trabalhos no laboratório explorando recursos informatizados, aproximadamente 85% de cada turma e nem todas as turmas estão envolvidas

De forma geral os alunos desenvolvem uma aprendizagem em nível de domínio de compreensão e análise. Os professores acreditam que o recurso informatizado usado contribui com maior significância no desenvolvimento de seus alunos, no domínio de conhecimento de específicos; compreensão; aplicação.

No decorrer desta disciplina os professores utilizaram-se de observações diretas para acompanhar e avaliar o uso destes recursos no processo.

Quando se utiliza os aplicativos pedagógicos observa-se maior ênfase na motivação dos alunos para estudar os conteúdos, e o empenho dos professores no planejamento das aulas exigem maior esforço e mais tempo promovendo um constante aperfeiçoamento, tanto no sentido do conteúdo específico como nos procedimentos.

Neste caso, a novidade da aula computacional está na utilização do *software* que apresenta algumas vantagens em relação a uma aula clássica com estes objetivos: a) o professor pode explorar situações mais próximas da realidade, não precisando ficar restrito a exemplos didáticos cujas contas são simples; b) como o aluno gasta menos tempo em cálculos, tediosos muitas vezes, ele pode se dedicar mais à metodologia de resolução do problema e aos conceitos envolvidos; e c) a visualização gráfica oferecida pelos softwares permite comparar resultados analíticos e gráficos, rapidamente.(DS17i)

V Das dificuldades indicadas pelos professores

- O laboratório (ambiente, equipamentos e manutenção) é inadequado à realidade; por exemplo, poucas máquinas para o número de alunos matriculados (17 para 45).
- O número de h/a por disciplina é insuficiente, muito reduzido.
- Os recursos materiais também são bastante reduzidos.
- Nem todas as turmas estão envolvidas no projeto, e das que estão nem todos os alunos participam.
- A preparação das aulas exigem maior esforço e muito mais tempos que o preparo de aulas convencionais. (

Além disso, desenvolver uma proposta metodológica inovadora numa estrutura antiga exige um esforço redobrado, pois além de se investir em concepção e

desenvolvimento, é preciso investir na superação de uma cultura escolar estabelecida que é adversa ao propósito pretendido (DS17e).

VI Produção científica

a) Apresentação da experiência em eventos científicos

Nome do evento: - COBENGE 98

Local e data - São Paulo, outubro de 1998

Título do trabalho: Informatização das Disciplinas de Cálculo e Geometria Analítica nas Engenharias: a importância do desenvolvimento de seqüências didáticas no planejamento destas aulas.

Nome do evento: - XXII CNMAC

Local e data - Santos, setembro de 1999

Título do trabalho: O Uso da Informática como nova metodologia para o ensino das disciplinas de Cálculo e Geometria Analítica.

Nome do evento: VII Semana da Pesquisa da UFSC

Local e data - Florianópolis, setembro de 1999

Título do Trabalho: Inteligência Artificial Aplicada ao Ensino de Matemática (DS17e).

b) Publicação de resumos

Nome do evento: XXII CNMAC

Local e data - Santos, setembro de 1999

Título do trabalho: O Uso da Informática como nova metodologia para o ensino das disciplinas de Cálculo e Geometria Analítica.

c) Publicação de artigos

Nome do evento: COBENGE 98

Local e data: São Paulo, outubro de 1998

Título do trabalho: Informatização das Disciplinas de Cálculo e Geometria Analítica nas Engenharias: A Importância do Desenvolvimento de Sequências Didáticas no Planejamento Destas Aulas. (DS17i)

VII Perspectivas da equipe

A experiência mostra a importância deste procedimento para uma aprendizagem mais eficaz; pretende-se dar continuidade a ele nos próximos semestres. Porém, para que se possa expandi-lo para mais turmas e conseqüentemente, atingir mais alunos necessita-se dos seguintes recursos:

- 1- É preciso que os laboratórios ambiente de experiências com os alunos sejam equipados adequadamente. Isto é, melhorar o espaço físico, obter mais equipamentos eficientes e atualizados, contratar pessoal de apoio devidamente preparado;
- 2 - Para o laboratório de criação necessita-se de no mínimo 02 (dois) equipamentos Pentium 500Mhz 64Mb de memória RAM com HD 10 Gb e uma impressora HP 820.
3. Para esse processo ter pleno desenvolvimento precisa-se ter os *Softwares* disponíveis instalados em computadores ou em redes com acesso nas salas de aula (DV34).

1 Subprojeto 5⁷.

I Identificação

SEstat- Sistema Especialista para o Apoio do Ensino de Estatística

Professora coordenadora: Silvia M. Nassar

Professores participantes: Marcelo M. Reis e Masanao Ohira.

Bolsistas: Christian Cechinel e Kirliam Maciel Dias

II Características do software e/ou site

O site tem característica de texto não-linear em forma de hipertexto, e de caráter informativo. <http://www.inf.ufsc.br/lea/>

Os softwares utilizados são basicamente simulações de modelo de sistemas artificiais expressando raciocínios matemáticos. Não é um sistema muito complexo, é um sistema de simulação para análise estatístico. O SEstat tem como base o Estatística 5.0TM, um sistema de análise estatística mais complexo, e está desenvolvido no modelo especialista apoiado por um modelo Tutorial .

O sistema SEstat foi desenvolvido na linguagem de programação Object Pascal no ambiente DELPHI 3.0TM, e tem como característica marcante a comunicação com o *software* Estatística 5.0TM, cujo papel é o de realizar o processamento da análise estatística de dados propriamente dita.

A partir de uma Base de Dados (em formato .dbf) fornecida pelo usuário, o SEstat faz um conjunto de perguntas a ele, e lhe fornece suporte para que essas perguntas sejam respondidas corretamente. Ao longo da interação do usuário com o sistema, o caminho a ser percorrido nesta interação é escolhido através das respostas dadas pelo usuário às perguntas referentes à análise estatística que se está realizando. No final da interação, o sistema escolhe e aplica uma técnica de análise estatística para os dados fornecidos pelo usuário, e explica a ele por que aquela técnica foi escolhida, bem como apresenta explicações que possibilitam a interpretação dos resultados estatísticos encontrados. (DS13b)

O principal objetivo do SEstat é o de oferecer apoio ao ensino da análise estatística de dados. Para que esse objetivo fosse alcançado, foram determinadas algumas características que seriam necessárias ao sistema.

⁷ Esta síntese tem por apoio entrevistas, questionários, exposição dos profs. Conforme PTRs: DT26,e 27, DV34 e DS 10 (Plano de Ensino) DS11 (Questionário) DS11a(Subprojeto5), DS12 (Pré-teste), DS13 (Entrevistas) DS13a (Texto), DS13b (Concepção SEstat), DS13c (Projeto atualização SEstat),

III Da aplicação pedagógica

O SEstat foi desenvolvido para oferecer apoio ao ensino da análise estatística de dados nas seguintes disciplinas e períodos:

No Período de 99.1

1) Métodos Estatísticos INE 5104 na turma 542 , Professora

Período de 99.2

1) Métodos Estatísticos INE 5104 na turma 542, pelos professores Silvia M. Nassar e Masanao Ohira, com uma carga de 3h/a, para 45 alunos, com uma carga de 3hs/aspara 45 alunos

2) Estatística e Probabilidade INE 5108, pelos professores Silvia M. Nassar e Masanao Ohira, com uma carga de 3 h/a, para 50 alunos

a) Objetivo das disciplinas

- Realizar descrição e análise estatística de dados.

b) Propósito ou objetivo do uso de recursos informatizados nessa disciplina

- Melhorar o processo ensino-aprendizagem:
- Otimizar o tempo empregado no processo de ensino
- Atualizar informações
- Experimentar novos processos de conhecimento
- Provocar mudança no paradigma pedagógico
- Identificar mudança cultural em relação ao uso dos recursos informatizados no ensino
- Possibilitar mudança curricular no curso (DS10)

1) Da metodologia desenvolvida pelos professores

Os professores desenvolvem parte de seu trabalho, aproximadamente 33 %, ministrando aulas expositivas com auxílio de retroprojeter, PowerPoint, quadro giz e exploração do software; 33% desenvolvem trabalhos específicos na exploração do SEstat em laboratório de informática. O restante da carga horária é empregado em atividades experimentais em laboratório com apoio de *software* em trabalhos empíricos (pesquisa de campo), produção e análise de relatórios.

Quanto à avaliação, é feita basicamente através de observações diretas: provas, pré teste; pós teste; seminários; análise de relatórios. (DS11a)

IV Da relevância do uso dos recursos informatizados no ensino

Todos os alunos participam dos trabalhos no laboratório explorando recursos informatizados. De forma geral, a aprendizagem dos alunos assegura um nível domínio de: conhecimento de específicos; conhecimento de meios e formas; aplicação; análise; síntese, e acredita-se que a maioria alcança o nível de inferência. (DS13)

Acredita-se que o recurso informatizado usado contribui significativamente para os seguintes domínios: conhecimento de específicos; conhecimento de meios e formas; compreensão; aplicação; análise; síntese e generalização. O percentual de alunos que atingiram os diferentes níveis de conhecimento foi estimado através de análise dos resultados do pós-teste e também no mapa de desempenho preenchido por eles.

O uso do *software* facilita a interação. O encontro aluno-professor fica mais rico e se atende ao que o aluno solicita naquele seu momento de aprendizagem.

Percebe-se algumas diferenças fundamentais; por exemplo, nas Macroaulas os alunos estão passivos, ouvintes, raramente ensaiam uma resposta e muitas vezes o fazem para si mesmo sem explicitá-la ao grupo. Entretanto, ao ficarem em frente do SEstat, tateiam os dados explorando vagamente, empolgam-se somente quando começam a tratar com as informações que haviam colhido em sua pesquisa, preocupando-se em seguida em transformá-las em dados objetivos e sistematizados no sistema. Percebe-se então que o Movimento da Aprendizagem iniciou-se com a recepção de informações, o reconhecimento de significados e depois tomam outra dimensão com a exploração desses significados e a organização de informações novas dentro dos parâmetros apreendidos. No momento do seminário em que cada equipe precisa comunicar como fez seu trabalho e os resultados obtidos, parece que os alunos deram um salto qualitativo em sua aprendizagem, sendo capazes de interpretar, aplicar, analisar e em alguns casos raros ainda, generalizar conceitos.(DT26)

V Das dificuldades indicadas pelos professores

As principais dificuldades encontradas no desenvolvimento desse programa de ensino apoiado em recursos informatizados estão na ordem técnica, pois os recursos de laboratório de informática em relação ao número de computadores e ao espaço físico são insuficientes para o número de alunos. Outra questão é a falta de organização no uso dos computadores. Por exemplo; os alunos de outras disciplinas deletam arquivos necessários ao uso dos *softwares* utilizados e a cada sessão tem que ser feita a manutenção dos sistemas. Outra dificuldade é que temos poucas cópias autorizadas do *Statística*, que é um *Software* de apoio ao SEstat; isso limita o uso e a distribuição do sistema.

VI Da produção científica

a) Apresentação da experiência em eventos científicos

Nome do evento: IASTED International Conference Computers and Advanced Technology (CATE'99)

Local e data: Philadelphia, Pennsylvania, EUA, maio de 1999

Título do trabalho: The Use of An Expert System to Support Statistics Teaching

Nome do evento: Conferência Internacional Experiências e Perspectivas do Ensino da Estatística

Local e data: Florianópolis, SC, Brasil, 20 a 22 de setembro de 1999.

Título do trabalho: Concepção e Implementação de um Ambiente de Ensino de Estatística (DS13a e b).

VII Perspectivas da equipe

A equipe pretende ampliar os recursos do SEstat tornando-se em condições de operar com algoritmos próprios independente do *Statística* que é uma software de domínio e muito caro e dificulta a ampliação da utilização do SEstat

A equipe espera contar com a possibilidade de uma análise geral dos fatores pedagógicos evidenciados na mediação do ensino pelo uso de recursos informatizados, tanto em relação à metodologia desenvolvida pelos professores como em relação aos resultados na aprendizagem e os impactos provocados pelos recursos tecnológicos.

Apêndice III

PTO PROTOCOLO DE REGISTRO de OBS. N.º _____ TURMA _____ ALUNO (S) _____

Dia	Horário	Programa	Professores envolvidos	Atividades

	Observações
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

APÊNDICE VI

Trabalhos parciais decorrentes desta pesquisa

I Prêmios e títulos

2000 Bolsa Prêmio – Auxílio Tese Projeto de pesquisa *TERTIUM: O NOVO MODO DO SER, DO SABER E DO APREENDER (Construindo uma Taxionomia para Mediação Pedagógica em Tecnologia de Comunicação Digital)* PROJETO RECOMENDADO CAPES/PAPED.

II Trabalhos Apresentados em Eventos Nacionais e Internacionais e Publicação de Resumos

1. CATAPAN, Araci Hack. Gestão do Processo Pedagógico: Autonomia e Sensibilidade. In: II CONGRESSO IUSO-BRASILEIRO: POLITICA E ADMINISTRAÇÃO DA EDUCAÇÃO, 2001, Braga. Política e Administração da Educação: Investigação e Práticas. Braga: Universidade do Minho, 2001. v.1. p.42.

2 CATAPAN, Araci Hack, ROQUEIRO, Nestor. Interação e cooperação em ambiente virtual. In: 53ª REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 2001, Salvador. Nação e Diversidade 53ª Reunião Anual da SBPC. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2001. v.1. p.137.

3 CATAPAN, Araci Hack. O Ciberespaço e o Novo Modo do Saber: O Retorno a Si Como um Inteiramente Outro. In: X CONGRESSO DE LA FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE ESTUDIOS SOBRE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 2001, Moscu. Foro Mundial El Aporte de Latinoamerica Al Universo del Siglo XXI. Moscu: Instituto de Latinoamérica e Academia de Ciencias de Russia, 2001. v.1. p.137.

4 CATAPAN, Araci Hack, FIALHO, Francisco Antonio Pereira. Autonomia e sensibilidade na rede: uma proposta metodológica. In: VI CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 2000, São Paulo. VI Congresso Internacional de Educação a Distância. São Paulo: ABED, 2000. v.1. p.23.

5 CATAPAN, Araci Hack. O Ciberespaço: o novo modo do saber e o fazer pedagógico. In: 52ª REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 2000, Brasília. 52ª Reunião Anual da SBPC. Brasília: UnB, 2000. v.1. p.67.

6 CATAPAN, Araci Hack. Pedagogia e Tecnologia: a comunicação digital no processo pedagógico. In: III SEMINARIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO - REGIÃO SUL, 2000, Porto Alegre. III Seminário Pesquisa em Educação Região Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2000. v.1. p.23.

7 CATAPAN, Araci Hack. Trabajo, Arte e Pedagogía: Los desafíos de la Tecnología Digital. In: V CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA., 2000, Viña Del Mar. RIBIE 2000. CHILE: UNIVERSIDADE DO CHILE, 2000. v.1.

8 CATAPAN, Araci Hack, THOMÉ, Zeina Rebouças Corrêa. Consumo e Educação: Questões Nucleares Para a Transversalidade no Ensino Fundamental. In: 51A. REUNIÃO ANUAL SBPC, 1999, Porto Alegre RS. 51a. Reunião Anual da SBPC CD-ROM. Porto Alegre RS: 51a. Reunião Anual CD-ROM, 1999.

9 CATAPAN, Araci Hack. O Ciberespço e o Modo Transversal do Saber: implicações na Gestão do Processo Educacional. In: XIX Simpósio Brasileiro De Política e Administração da Educação e I Congresso Luso-Brasileiro de Política e Administração da Educação, 1999, São Paulo. (Anais)

10 CATAPAN, Araci Hack, THOMÉ, Zeina Rebouças Correa. Parâmetros Curriculares Nacionais: Implicações dos Temas Transversais na Gestão do Trabalho Escolar. In: XIX Simpósio Brasileiro De Política e Administração da Educação e I Congresso Luso-Brasileiro de Política e Administração da Educação, 1999, São Paulo, 32. (Anais)

11 CATAPAN, Araci Hack. Experiências Inovadoras Exitosas de Gestão da Educação em Santa Catarina. In: ANPED – I SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO NA REGIÃO SUL, 1998, FLORIANÓPOLIS UFSC/ANPEd, 1998

12 CATAPAN, Araci Hack. Inovações Tecnológicas e o Trabalho Pedagógico. In: IX ENDIPE - ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 1998, ÁGUAS DE LINDÓIA. ANAIS DO IX ENDIPE - ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO. PETRÓPOLIS RJ: VOZES, 1998. p.40.

13 CATAPAN, Araci Hack, QUARTIERO, Elisa Maria. Multimidia e Aprendizagem. In: V CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 1998, SÃO PAULO. V CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA. <http://www.abed.org.br>, 1998.

14 CATAPAN, Araci Hack. O processo de Conhecimento Escolar e o Uso de Hipertexto. In: IX ENDIPE – ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 1998, ÁGUAS DE LINDÓIA SP. AMAIS - IX ENDIPE-ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO. ÁGUAS DE LINDÓIA SP: VOZES, 1998. p.40.

15 CATAPAN, Araci Hack. O Sujeito Epistêmico: Níveis de Interação e a Mediação Tecnológica. In: V SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EPISTEMOLOGIA GENÉTICA, 1998, ÁGUAS DE LINDÓIA. ANAIS DO V SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EPISTEMOLOGIA GENÉTICA. CAMPINAS SP: IPUSC/FE/UNICAMP, 1998. p.28.

16 CATAPAN, Araci Hack, FIALHO, Francisco Antonio Pereira. Knowledge Building By Full Integration With Virtual Reality Environments and Its Effects on Personal and Social Life. In: INTERNATIONAL CONFERENCE – EDUCATION & TECHNOLOGY: ASKING THE RIGHT QUESTIONS, 1997, University Park, Pennsylvania. IN

INTERNATIONAL CONFERENCE - Education & Technology : Asking the Right Questions. State College University Park, PennState University, 1997. p.s/n.

17 CATAPAN, Araci Hack, QUARTIERO, Elisa Maria. Software: Aprendizagem/Ensino: modelos epistemológico e modelos pedagógicos. Documento hipermedia. In: IX ENDIPE - ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 1997, ÁGUAS DE LINDÓIA, SP. ANAIS DO IX ENDIPE - ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO. PETROPOLIS RIO DE JANEIRO: VOZES, 1997. p.771.

III Artigos Completos Publicados em Periódicos Impressos e *online*

1 CATAPAN, Araci Hack, FIALHO, Francisco Antonio Pereira. Autonomia e sensibilidade na rede: uma proposta metodológica. Revista Brasileira de Educação a Distância, Rio de Janeiro, v.6, n.36, p.31-41, 1999. <http://www.abed.org.br/>

2 CATAPAN, Araci Hack, ABREU, Cybis Walter de, PLINIO, Cornélio Filho, SOUSA, Antonio Calos de, THOMÉ, Zeina Rebouças Corrêa. Ergonomia em Software Educacional : A possível Integração entre usabilidade e aprendizagem. Atas Ihc 99, UNICAMP SP, 1999. <http://www.unicamp.br/~ihc99>

3 CATAPAN, Araci Hack, GUERRA, Antonio Fernando, MECHELN, Pedro J, SCHNEIRDER, Henrique N. Hiper-AP: Hypermedia Systems - Learning Business Management. Atas Icece99, 1999. <http://www.fee.unicamp.br/icece99>

4 CATAPAN, Araci Hack, FIALHO, Francisco Antonio Pereira. Knowledge Building by Full Integration With Virtual Reality Environments and Its Effects Social Life. Science Technology Society, Sage, California USA, v.19, n.3, p.237-243, 1999.

5 CATAPAN, Araci Hack. O contexto o texto e o hipertexto. Dois Pontos: Teoria e Prática em Educação, Belo Horizonte, v.5, n.41, p.71-74, 1999.

6 CATAPAN, Araci Hack. Parâmetros Curriculares e Projeto Pedagógico: transversalidade e o novo modo do saber. Anais do Seminário Regional Política e Administração da Educação, São Leopoldo RS, p.63-70, 1999.

7 CATAPAN, Araci Hack, QUARTIERO, Elisa Maria. Multimidia e Aprendizagem. 1998. <http://www.eps.ufsc.br/~hack/Default.htm>

8 CATAPAN, Araci Hack. Ato Pedagógico: a Construção do Conceito. Dois Pontos: Teoria e Prática em Educação, Belo Horizonte MG, v.4, n.35, p.67-69, 1997.

9 CATAPAN, Araci Hack. O processo de Trabalho Escolar: Determinações e Contradições. Perspectiva - Revista do Centro de Ciências da Educação, NUP/CED/UFSC, n.26, p.93-104, 1997.

10 CATAPAN, Araci Hack. Avaliação: Mito ou Cultural Escolar. Dois Pontos: Teoria e Prática em Educação, Belo Horizonte MG, v.4, n.34, p.33-38, 1977.

IV Livros publicados

1 CATAPAN, Araci Hack, THOMÉ, Zeina Rebouças Corrêa. Trabalho & Consumo: para Além dos Parâmetros Curriculares. 1a. ed. Florianópolis: Insular, 1999, v.1. 119p.

V Capítulos de livros publicados

1 CATAPAN, Araci Hack. Apresentação. Organizado por FIALHO, Francisco Antonio Pereira. Introdução. Curitiba, 1998, p.6-7.

VI Participação em desenvolvimento de sites e lista de discussão

<http://www.ctc.ufsc.br/projetoPiloto> 1998

<http://www.eps.ufsc.br/~hack/Default.htm> 1998

<http://www.eps.ufsc.br/disciplinas/fialho/aprenant> 1999

<http://www.eps.ufsc.br/disciplinas/ecosofica/ecosofica.htm> 1998

<http://ifets.ieee.org/discussions/discuss.html>

VIII Outros (palestrante, debatedora, coordenadora, painelistas, membro de comissão científica etc.)

1. IX ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino. Coordenadora do Paineis: *Inovações tecnológicas e o trabalho pedagógico*. Em Águas de Lindóia, de 4 a 8 de maio de 1998.

2. V Congresso Internacional de Educação a Distância SENAC/ABED Palestra: *Multimedia e Aprendizagem*. São Paulo, dia 13 de outubro de 1998

3. PRIMEIRO CONGRESSO INTERNACIONAL DE NATUROLOGIA APLICADA. Membro da Comissão Científica e Presidente da Conferência : *Como Salvar a vida no Planeta*. UNISUL e INSTITUTO S.L. DA NATUROLOGIA APLICADA .Florianópolis, 24 a 27 de novembro de 1998

4. WORKSHOP "Utilização de novas metodologias de Ensino no CCT, incluindo as novas mídias.

Palestra - *Abordagem pedagógica do uso de novas tecnologias no ensino*. Debate em Mesa-redonda: *A experiência do CCT na utilização de novas metodologias de ensino , em particular as novas mídias*

UFPB- Campina Grande, De 11 a 14/05/999.

5. SEMINÁRIO: DA EXCLUSÃO À INCLUSÃO: O fim da Educação de jovens e adultos. Prefeitura Municipal de Rio de Janeiro/ DATABRASIL Ensino e Pesquisa.

Palestra: *Avaliação Inclusiva: Perspectivas para a educação de jovens e adultos*. Rio de Janeiro, 16 de agosto de 1998, duração 4 horas

6. DIÁLOGOS INSTIGANTES - O mundo da Educação; quando o velho insiste em manter-se e o novo demora a aparecer. UDESC/SENAC

Palestra: *Temas transversais: Educação e consumo*. Florianópolis, 25 de maio de 1999, duração 4 horas.

7. II Simpósio de Pesquisa e Pós-Graduação

Participação em mesa-redonda: *Comunicação, Educação e Novas Tecnologias*
UFRPE, Recife, 1º de julho de 1999

8. Seminário Regional : Política e Administração da Educação - Política Educacional na Escola Básica: O desafio entre a concepção e a operacionalização

UNISINOS/ANPAE/REGIÃO SUL. *Membro da Comissão organizadora*
São Leopoldo, de 7 a 9 de julho de 1999, duração 29 horas.

Apêndice IV

TABELAS

- Tabela 1- Movimento de Aprendizagem nos DPGs 1, em AR
em Cada Modalidade de Ensino
- Tabela 2- Movimento de Aprendizagem nos DPGs 10, em AE
em Cada Modalidade de Ensino
- Tabela 3- Movimento de Aprendizagem nos DPGs 10, em AP
em Cada Modalidade de Ensino
- Tabela 4- Movimento de Aprendizagem nos DPGs 10, em AR
em Cada Modalidade de Ensino
- Tabela 21- Movimento de Aprendizagem Observado em Sessões de Laboratório em
Diferentes DPGs
- Tabela 22- Movimento de Aprendizagem Observado em Sessões de Laboratório em
Diferentes DPGs Agrupado em Dois Momentos MT1 e MT2
- Tabela 23- Movimento de Aprendizagem Observado na redação do RdP e nos Modos de
Interação e Comunicação Durante Todo o Processo
- Tabela 24- Movimento de Aprendizagem Observado na MPG3b, nos MT1, MT2, MT3
- Tabela 25- Movimento de Aprendizagem na PPG3b MH

Tabela 1
Movimento de Aprendizagem em AR, DPG 1 em cada ME

Nível	Q1M	Q1L	Q1S	Q1P
PL	50,0	33,3	16,7	50,0
RL	16,7	16,7	33,3	33,3
PC	16,7	50,0	0,0	16,7
NR	16,7	0,0	33,3	0,0

Tabela 2 - MA em AE, DPG 10 em cada ME

Nível	Q10M	Q10L	Q10S	Q10P
PL	50,0	52,4	9,5	40,5
PC	26,2	16,7	40,5	50,0
RL	7,1	23,8	16,7	7,1
NR	16,7	7,1	16,7	2,4

Tabela 3 - MA em AP, DPG 10, em cada ME

Nível	Q10M	Q10L	Q10S	Q10P
PL	41,7	50,0	8,3	33,3
PC	16,7	33,3	50,0	50,0
RL	25,0	16,7	8,3	16,7
NR	16,7	0,0	16,7	0,0

Tabela 4 - MA em AR, DPG 10, em cada ME

Nível	Q10M	Q10L	Q10S	Q10P
PL	66,7	66,7	16,7	33,3
PC	16,7	16,7	33,3	33,3
RL	0,0	0,0	16,7	33,3
NR	16,7	16,7	16,7	0,0

Tabela 21- MG02 Movimento de Aprendizagem em Sessões de Laboratório

	SL	SL	SL	SL	SL	SL	DPG	DPG	DPG	VL	VL	VL	EST	EST	EST	MH	MH	MP	MP	MP	Total
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	1	2	3	D	I	DI	1	2	1	2	3	
SL:1	39	0	0	0	0	0	36	3	0	6	24	9	24	7	8	22	17	33	6	0	234
SL:2	0	33	0	0	0	0	22	0	11	0	27	6	17	5	11	22	11	24	3	6	198
SL:3	0	0	36	0	0	0	3	0	33	0	36	0	19	0	17	0	36	17	17	2	216
SL:4	0	0	0	24	0	0	6	2	16	0	17	7	0	0	24	0	24	2	20	2	144
SL:5	0	0	0	0	24	0	3	0	21	0	18	6	0	0	24	2	22	4	20	0	144
SL:6	0	0	0	0	0	28	0	0	28	0	28	0	0	0	28	0	28	0	21	7	168
DPG:1	36	22	3	6	3	0	70	0	0	6	55	9	31	12	27	35	35	58	12	0	420
DPG:2	3	0	0	2	0	0	0	5	0	0	3	2	3	0	2	3	2	0	3	2	30
DPG:3	0	11	33	16	21	28	0	0	109	0	92	17	26	0	83	8	101	22	72	15	654
VL:1	6	0	0	0	0	0	6	0	0	6	0	0	3	0	3	6	0	6	0	0	36
VL:2	24	27	36	17	18	28	55	3	92	0	150	0	50	8	92	34	116	65	76	9	900
VL:3	9	6	0	7	6	0	9	2	17	0	0	28	7	4	17	6	22	9	11	8	168
EST:D	24	17	19	0	0	0	31	3	26	3	50	7	60	0	0	30	30	43	13	4	360
EST:I	7	5	0	0	0	0	12	0	0	0	8	4	0	12	0	6	6	12	0	0	72
EST:DI	8	11	17	24	24	28	27	2	83	3	92	17	0	0	112	10	102	25	74	13	672
MH:1	22	22	0	0	2	0	35	3	8	6	34	6	30	6	10	46	0	37	5	4	276
MH:2	17	11	36	24	22	28	35	2	101	0	116	22	30	6	102	0	138	43	82	13	828
MP:1	33	24	17	2	4	0	58	0	22	6	65	9	43	12	25	37	43	80	0	0	480
MP:2	6	3	17	20	20	21	12	3	72	0	76	11	13	0	74	5	82	0	87	0	522
MP:3	0	6	2	2	0	7	0	2	15	0	9	8	4	0	13	4	13	0	0	17	102
Total	234	198	216	144	144	168	420	30	654	36	900	168	360	72	672	276	828	480	522	102	6624

H = Níveis do Movimento de Aprendizagem

V = Número de ações ou respostas

Tabela 22 MG02
Segunda leitura Movimento de Aprendizagem em SL (dois momentos)

	MT	MT	DPG	DPG	DPG	VL	VL	VL	EST	EST	EST	MH	MH	MP	MP	MP	Total
	1	2	1	2	3	1	2	3	D	I	DI	1	2	1	2	3	
MT:1	72	0	58	3	11	6	51	15	41	12	19	44	28	57	9	6	432
MT:2	0	112	12	2	98	0	99	13	19	0	93	2	110	23	78	11	672
DPG:1	58	12	70	0	0	6	55	9	31	12	27	35	35	58	12	0	420
DPG:2	3	2	0	5	0	0	3	2	3	0	2	3	2	0	3	2	30
DPG:3	11	98	0	0	109	0	92	17	26	0	83	8	101	22	72	15	654
VL:1	6	0	6	0	0	6	0	0	3	0	3	6	0	6	0	0	36
VL:2	51	99	55	3	92	0	150	0	50	8	92	34	116	65	76	9	900
VL:3	15	13	9	2	17	0	0	28	7	4	17	6	22	9	11	8	168
EST:D	41	19	31	3	26	3	50	7	60	0	0	30	30	43	13	4	360
EST:I	12	0	12	0	0	0	8	4	0	12	0	6	6	12	0	0	72
EST:DI	19	93	27	2	83	3	92	17	0	0	112	10	102	25	74	13	672
MH:1	44	2	35	3	8	6	34	6	30	6	10	46	0	37	5	4	276
MH:2	28	110	35	2	101	0	116	22	30	6	102	0	138	43	82	13	828
MP:1	57	23	58	0	22	6	65	9	43	12	25	37	43	80	0	0	480
MP:2	9	78	12	3	72	0	76	11	13	0	74	5	82	0	87	0	522
MP:3	6	11	0	2	15	0	9	8	4	0	13	4	13	0	0	17	102
Total	432	672	420	30	654	36	900	168	360	72	672	276	828	480	522	102	6624

H = Níveis do Movimento de Aprendizagem

V = Número de respostas

Tabela 23
MG03 - Movimento de Aprendizagem Identificado nos Relatórios de Pesquisa
Níveis de Interação e Modos de Comunicação

	EST	EST	REC	REC	INT	INT	PP	PP	PP	MH	MH	NI	NI	MP	MP	MP	Total
	1	2	1	2	1	2	1	2	3	1	2	CO	DT	1	2	3	
EST:1	29	0	3	26	6	23	20	9	0	10	19	7	22	16	13	0	203
EST:2	0	13	0	13	6	7	1	2	10	3	10	9	4	0	3	10	91
REC:1	3	0	3	0	0	3	3	0	0	0	3	3	0	3	0	0	21
REC:2	26	13	0	39	12	27	18	11	10	13	26	13	26	13	16	10	273
INT:1	6	6	0	12	12	0	7	2	3	7	5	5	7	5	4	3	84
INT:2	23	7	3	27	0	30	14	9	7	6	24	11	19	11	12	7	210
PP:1	20	1	3	18	7	14	21	0	0	5	16	7	14	16	5	0	147
PP:2	9	2	0	11	2	9	0	11	0	8	3	2	9	0	11	0	77
PP:3	0	10	0	10	3	7	0	0	10	0	10	7	3	0	0	10	70
MH:1	10	3	0	13	7	6	5	8	0	13	0	4	9	4	9	0	91
MH:2	19	10	3	26	5	24	16	3	10	0	29	12	17	12	7	10	203
NI:CO	7	9	3	13	5	11	7	2	7	4	12	16	0	7	2	7	112
NI:DT	22	4	0	26	7	19	14	9	3	9	17	0	26	9	14	3	182
MP:1	16	0	3	13	5	11	16	0	0	4	12	7	9	16	0	0	112
MP:2	13	3	0	16	4	12	5	11	0	9	7	2	14	0	16	0	112
MP:3	0	10	0	10	3	7	0	0	10	0	10	7	3	0	0	10	70
Total	203	91	21	273	84	210	147	77	70	91	203	112	182	112	112	70	2058

H- Níveis do Movimento de Aprendizagem/Interação

V- Número de Aprendentes

Tabela 24 MG04: Movimento de Aprendizagem Observado na MPG3b

	MT	MT	MT	DPG	DPG	DPG	MH	MH	MH	MP	MP	MP	MP	Total
	1	2	3	1	2	3	0	1	2	0	1	2	3	
MT:1	136	0	0	102	34	0	43	45	48	40	32	63	1	544
MT:2	0	132	0	0	132	0	17	75	40	19	101	7	5	528
MT:3	0	0	132	0	66	66	10	77	45	9	1	86	36	528
DPG:1	102	0	0	102	0	0	29	26	47	28	25	49	0	408
DPG:2	34	132	66	0	232	0	36	155	41	35	109	82	6	928
DPG:3	0	0	66	0	0	66	5	16	45	5	0	25	36	264
MH:0	43	17	10	29	36	5	70	0	0	66	2	2	0	280
MH:1	45	75	77	26	155	16	0	197	0	2	104	90	1	788
MH:2	48	40	45	47	41	45	0	0	133	0	28	64	41	532
MP:0	40	19	9	28	35	5	66	2	0	68	0	0	0	272
MP:1	32	101	1	25	109	0	2	104	28	0	134	0	0	536
MP:2	63	7	86	49	82	25	2	90	64	0	0	156	0	624
MP:3	1	5	36	0	6	36	0	1	41	0	0	0	42	168
Total	544	528	528	408	928	264	280	788	532	272	536	624	168	6400

H= Níveis do Movimento de Aprendizagem

V - Número de respostas

Tabela 25 Movimento de Aprendizagem na MPG3b em MH

	REC	REC	REC	EST	EST	EST	INT	INT	INT	MH	MH	MH	Total
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	
REC:0	57	0	0	57	0	0	57	0	0	57	0	0	228
REC:1	0	57	0	2	47	8	2	55	0	2	55	0	228
REC:2	0	0	154	0	12	142	14	7	133	1	20	133	616
EST:0	57	2	0	59	0	0	59	0	0	59	0	0	236
EST:1	0	47	12	0	59	0	1	51	7	0	51	8	236
EST:2	0	8	142	0	0	150	13	11	126	1	24	125	600
INT:0	57	2	14	59	1	13	73	0	0	59	14	0	292
INT:1	0	55	7	0	51	11	0	62	0	0	61	1	248
INT:2	0	0	133	0	7	126	0	0	133	1	0	132	532
MH:0	57	2	1	59	0	1	59	0	1	60	0	0	240
MH:1	0	55	20	0	51	24	14	61	0	0	75	0	300
MH:2	0	0	133	0	8	125	0	1	132	0	0	133	532
Total	228	228	616	236	236	600	292	248	532	240	300	532	4288

H= Níveis do Movimento de Aprendizagem

V - Número de respostas

LISTA DE MAPAS

- MC01 – Mapa Conceitual da Disciplina Estatística por nível de DPG
- MG01 – Mapa Cognitivo – Movimento de Aprendizagem Segundo Modalidade de Ensino
- MG02 – Mapa Cognitivo da MPG3a – Movimento de Aprendizagem nas Sessões de Laboratório
- MG03 – Mapa Cognitivo da MPG3a – Movimento de Aprendizagem nos Relatórios de Pesquisa
- MG04 - Mapa Cognitivo da MPG3b – Movimento de Aprendizagem em Sessões de Provas

Observação: estes dados originais não foram disponibilizados, somente por contato direto com a autora hack@linhalivre.net

Apêndice V b Lista de Protocolos

DOCUMENTAÇÃO DA PESQUISA

Ambiência

- DT – 2a Dillemburg
 DT – 2b Dillemburg
 DT – 2c The Small World Penn Stat
 DT – 2d Ribie 1998 e 2000
 DT – 20 Entrevista Subprojeto 1 Trancal 1.1
 DT – 21 Entrevista Subprojeto 1 Trancal 1.1
 DT – 22 Entrevista Subprojeto 3 Canzian
 DT – 23 Visita a Laboratório e Entrevistas Subprojeto 3 Canzian
 DT – 24 Entrevista Subprojeto 2
 DT – 25 Entrevista subprojeto 4
 DT – 26 Entrevista Subprojeto 5
 DT – 27 Entrevista
 DS - 14 Sinopse dos Projetos (Micro)
 DS –14a, 14b, 14c, 14d, 14e, 14f, 14g, 14h Subprojeto 1 TRANSCAL 1.1.
 DS – 15 1ª Reunião com os professores do Projeto Piloto (18.03.99)
 DS – 15a, 15b, 15c, 15d, 15e Subprojeto 2 MICROCAP
 DS – 16a, 16b, 16c, 16d, 16f, 16g, 16h – Subprojeto 3 PASCO (APGD)
 DS – 17a^a, 17b, 17c, 17d, 17e, 17f, 17g, 17h, 17i– Subprojeto 4 DERIVE FOR
 WINDOWS, MAPLE V, SINDE 97(APGD)
 DS - 10 11, 12, 13, Subprojeto 5 SEstat
 DV – 30 Seminário com os professores do CTC Projeto Piloto 1 e....
 DV - 32 Seminário com os professores do CTC do projeto Piloto Conferenciai
 DV - 33 Seminário com os professores do CTC do projeto Piloto 3
 DV – 34 Seminário com os professores do CTC do projeto Piloto 1, 4, 5

MPG1

- DS – 1 Entrevista com a equipe SEstat
 DS – 10 Plano de Ensino
 DS – 11 Resultado de questionário professores da equipe SEstat
 DS – 12 Pré-teste aplicado MPG1
 DS – 13 Entrevista Equipe SEstat
 DS – 16 Colóquio
 DS – 17 Colóquio
 DS - 18 Colóquio
 DS – 19 Colóquio
 DS – 100 PTO Registro eScrito de observações
 DS – 101 PTO Registro eScrito de observações
 DS – 102 PTO Registro eScrito de observações
 DS - 103 PTO Registro eScrito de observações
 DS – 104 PTO Registro eScrito de observações
 DS – 105 PTO Registro eScrito de observações

DS – 106 PTO Registro eScrito de observações
 DS – 107 PTO Registro eScrito de observações
 DS – 108 PTO Registro eScrito de observações
 DS – 109 PTO Registro eScrito de observações
 DS – 110 Mapa Conceitual dos DPG da MPG1 x desempenho Cognitivo do APD
 DS – 111 Mapa Conceitual dos DPG da MPG1 x desempenho Cognitivo do APD
 DS – 112 Mapa Conceitual dos DPG da MPG1 x desempenho Cognitivo do APD
 DS – 113 Mapa Conceitual dos DPG da MPG1 x desempenho Cognitivo do APD
 DS – 114 Mapa Conceitual dos DPG da MPG1 x desempenho Cognitivo do APD
 DS – 115 Mapa Conceitual dos DPG da MPG1 x desempenho Cognitivo do APD
 DS – 116 Mapa Conceitual dos DPG da MPG1 x desempenho Cognitivo do APD
 DS – 117 Mapa Conceitual dos DPG da MPG1 x desempenho Cognitivo do APD
 DS – 118 Mapa Conceitual dos DPG da MPG1 x desempenho Cognitivo do APD
 DS – 119 Mapa Conceitual dos DPG da MPG1 x Desempenho Cognitivo do APD
 DS – 120 Codificação do MC do APD em níveis de abstração
 DS – 121 Codificação do MC do APD em níveis de abstração
 DS – 122 Codificação do MC do APD em níveis de abstração
 DS – 123 Codificação do MC do APD em níveis de abstração
 DS – 124 Codificação do MC do APD em níveis de abstração
 DS – 125 Codificação do MC do APD em níveis de abstração
 DS – 126 Codificação do MC do APD em níveis de abstração
 DS – 127 Codificação do MC do APD em níveis de abstração
 DS – 128 Codificação do MC do APD em níveis de abstração
 DS – 129 Codificação do MC do APD em níveis de abstração
 DT - 27 Observação de SL e discussão
 DT – 28 Observação de SL e discussão
 DT – 29 Observação de SL e discussão

MPG2

DS – 130 PTO Sessão Ma
 DS – 131 PTO Sessão Laboratório
 DS – 132 PTO Sessão Laboratório
 DS – 133 PTO Seminários
 DT – 220 Seminário com a Equipe SEstat
 DT – 221 Seminário com a Equipe SEstat
 DT – 222 Seminário com a Equipe SEstat

MPG3

DS – 150 RdA Equipe
 DS - 160 RdA Equipe
 DS – 162 PTO 476 Ma
 DS – 180 RdP da equipe
 DS – 181 RdP da equipe
 DS – 182 PTO 746 AEX
 DS - 185 PTO 336 AEX
 DS – 186 PTO 336 AEX

DS – 187 PTO 336 AEX
DS – 187 PTO 336 AEX
DT – 230 Seminário SEstat – (Equipe)
DT – 231 Colóquio 336 RdA
DT - 232 Colóquio (o princípio da interação)
DT - 233 Colóquio 746 RdA
DT - 234 Colóquio O movimento Horizontal na Aprendizagem RdA 746
DT – 235 Colóquio O movimento em Profundidade na Aprendizagem RdA 746
DT – 236 Colóquio Os resultados dos RdA 746
DT – 237 Colóquio Análise final
DT – 238 Colóquio Análise final
DT – 239 Colóquio Refletindo sobre o processo
DV - 31 Ambiência Pedagógica CTC – Transcal 1.1 jun 99
SM 746 27.07 2000
EN 336 27.7.2000 Entrevista (APDs)

Observação: estes dados originais não foram disponibilizados, somente por contato direto com a autora hack@linhalivre.net