

AVALIAÇÃO DE UM AMBIENTE
COMPUTACIONAL PARA O ENSINO DE
QUÍMICA NO NÍVEL MÉDIO



04207084

Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós Graduação em
Engenharia de Produção

AVALIAÇÃO DE UM AMBIENTE
COMPUTACIONAL PARA O ENSINO DE
QUÍMICA NO NÍVEL MÉDIO

Edemir Feliciano Garcia

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito parcial para obtenção
do título de Mestre em
Engenharia de Produção

Florianópolis
2001

Edemir Feliciano Garcia

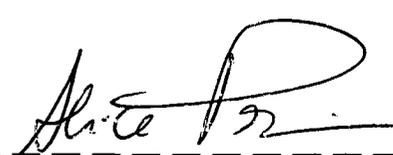
**AVALIAÇÃO DE UM AMBIENTE
COMPUTACIONAL PARA O ENSINO DE
QUÍMICA NO NÍVEL MÉDIO**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a
obtenção de título de **Mestre em Engenharia de
Produção no Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção**
da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 31, de agosto de 2001.

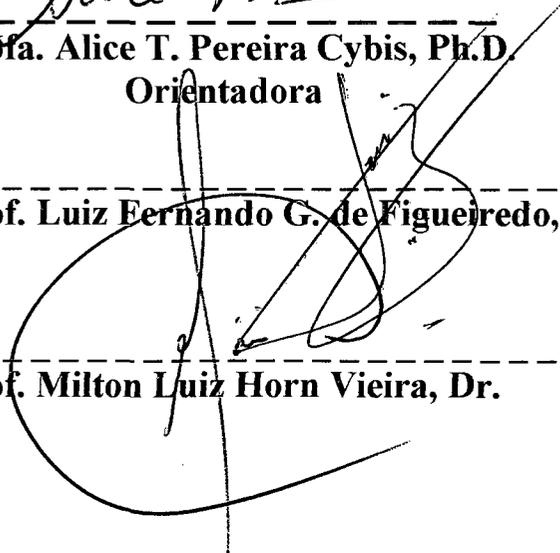
Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA



Prof.a. Alice T. Pereira Cybis, Ph.D.
Orientadora

Prof. Luiz Fernando G. de Figueiredo, Dr.



Prof. Milton Luiz Horn Vieira, Dr.

À minha mãe, Irene
pela sua luta e sucesso dos filhos.
À minha esposa Rosangela e meus filhos
Matheus Henrique e Mauricio,
pelo apoio e paciência durante minha ausência.

Agradecimentos

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul;
À Universidade Federal de Santa Catarina;
Ao Colégio Atenas, de Chapadão do Sul;
À minha orientadora Profa. Alice T. P. Cybis,
pelo acompanhamento competente;
À Profa. Gláucia pela sua constante atenção e
colaboração;
À Profa. Maria Lígia, pela contribuição na revisão
e nas dificuldades com outros idiomas
Aos professores do Curso de Pós-Graduação;
A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a
realização desta pesquisa.

Sumário

Lista de Figuras	p.viii
Lista de Quadros	p.ix
Lista de Reduções.....	p.x
Resumo.....	p.xi
Abstract	p.xii
1.0 - INTRODUÇÃO	p.01
1.1 – Identificação do Problema e Justificativa	p.01
1.2 – Questão da Pesquisa	p.03
1.3 – Objetivos	p.05
1.3.1 – Geral.....	p.05
1.3.2 – Específicos	p.05
1.4 – Metodologia	p.06
1.5 – Estrutura da Dissertação	p.08
2.0 - O AMBIENTE COMPUTACIONAL E O ENSINO DE QUÍMICA.....	p.10
2.1 - Ambiente Computacional - o que é e o que se pode esperar	p.10
2.2 - O Ensino de Química e as novas tecnologias	p.20
2.2.1 - A Química como uma Ciência	p.20
2.2.2 - O Ensino de Química no Nível Médio e os PCNEM.	P.22
2.2.3 - A Química na Escola e na Sala de Aula	p.24
2.2.4 - O Ambiente Computacional para o Ensino de Química..	p.27
3.0 - AS ABORDAGENS PEDAGÓGICAS E A INFORMÁTICA EDUCACIONAL.....	p.33
3.1 - Introdução	p.33
3.2 - Tendências Naturalista e Humanista	p.35
3.3 - Abordagem Tradicionalista	p.36
3.3.1 - Behaviorismo - dos primeiros associacionistas a Skinner	p.38
3.3.1.1 - Principais características do Behaviorismo	p.39
3.3.2 - Abordagem Tradicionalista e o uso dos Ambientes Computacionais	p.42
3.4 - Abordagem Construtivista	p.43

3.4.1 - A Teoria do Conhecimento de Jean Piaget	p.44
3.4.2 - A Teoria do Construtivismo na Educação Escolar	p.46
3.4.3 - O Construtivismo e a Informatização do Ensino	p.47
3.5 - Sócio Interacionismo	p.50
3.5.1 - Sócio Interacionismo e o Ambiente Computacional como Recurso de Interação	p.53
3.6 - Cognitivismo	p.57
3.6.1 - O Cognitivismo e o Uso de Instrumentos Informatizados	p.59
4.0 - AVALIAÇÃO DE AMBIENTES COMPUTACIONAIS	p.63
4.1 - Introdução	p.63
4.2 - Por que avaliar o Ambiente Computacional?	p.64
4.3 - Como Acontece a avaliação de um Ambiente Computacional?	p.65
4.3.1 - Técnicas e Métodos de Avaliação de Ambientes Computacionais (ou Software Educacional).....	p.68
4.3.1.1 – O Sistema MicroSIFT – USA(1981).....	p.68
4.3.1.2 – NECET CD ROM <i>Cheklis</i>	p.70
4.3.1.3 – A técnica de Mucchielli(1987)	p.70
4.3.1.4 – MAQSE – Manual para Avaliação de Qualidade de Software Educacional.....	p.72
4.3.1.5 – TICESE – Técnica de Inspeção de Conformidade Ergonômica de Software Educacional.....	p.73
4.3.2 – O Ambiente Utilizado Neste Trabalho.....	p.75
4.3.3 – Aplicação da TICESE na avaliação do Ambiente Computacional utilizado neste trabalho	p.78
5.0 – AMBIENTE COMPUTACIONAL – UMA APLICAÇÃO PRÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA NO NÍVEL MÉDIO	p.85
5.1 – Introdução	p.85
5.2 – Metodologia de Aplicação	p.85
5.3 – Perfil dos Alunos Participantes da Pesquisa.....	p.86
5.3.1 – Atividades Sociais dos Alunos fora do Ambiente Escolar.....	p.88
5.4 – Aspectos de Comportamento e Participação dos Grupos dos Alunos nos dois Momentos do Trabalho.	p.91
5.4.1 – No modo convencional.....	p.91
5.4.2 – No laboratório de informática	p.92

5.5 – Aspectos Quantitativos da Aprendizagem.....	p.94
5.6 – Expectativas dos Alunos em Relação à Informa- tização do Ensino e Metodologia Utilizada	p.96
6.0 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	p.101
6.1 – Conclusões	p.101
6.2 – Trabalhos Futuros	p.104
7.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	P.106

Lista de Figuras

Figura 1: Ciclo: Descrição – execução – reflexão – depuração .	p.59
Figura 2: Tela de Apresentação do LeChat 2.1	p.76
Figura 3: Tela de Créditos de Produção do LeChat 2.1	p.76
Figura 4: Interface do LeChat 2.1	p.77
Figura 5: Percentual de Conformidade Ergonômica e Pedagógica do AmbienteComputacional LeChat 2.1, avaliado pela técnica TICESE.....	p.79
Figura 6: <i>Interface</i> com exercícios	p.83
Figura 7: <i>Interface</i> com Atividades Lúdicas	p.83
Figura 8: Diferença de Aprendizagem nos dois momentos de Ensino.....	p.95

Lista de Quadros

Quadro 1: Atividades que podem ser desenvolvidas por Ambientes Aplicativos.....	p.14
Quadro 2: Conteúdos mais encontrados nos Ambientes Computacionais de Química.....	p.28
Quadro 3: Títulos de Ambientes Computacionais de Química...	p.31
Quadro 4: Relação de Livros Textos Eletrônicos.....	p.32
Quadro 5: Abordagem Pedagógica X Ambientes Computacionais	p.35
Quadro 6: Tendência Naturalista e Tendência Humanista.....	p.36
Quadro 7: Estágios de Desenvolvimento da Inteligência	p.45
Quadro 8: Conhecimento de Informática dos Alunos	p.87
Quadro 9 – Participação dos Alunos em Atividades Esportivas.	p.89
Quadro 10 – Programas de TV Preferidos por estes Estudantes	p.89
Quadro 11 – Gênero dos Filmes que estes Estudantes Assistem.....	p.89
Quadro 12 – Gosto pela Leitura e Tipo de Leitura dos Alunos ..	p.89
Quadro 13 – Onde Mora e Com quem Moram nossos Alunos ..	p.90
Quadro 14 – Relações Sociais.....	p.90

Lista de Reduções

Siglas

CAI – Instrução Auxiliada por Computador

CNE – Conselho Nacional de Educação

IA – Inteligência Artificial

ICAI – Instrução Inteligente Auxiliada por Computador

ITSs – Sistemas Tutorial Inteligente

IUPAC – Convenção Internacional de Química Pura e Aplicada

LDB – Leis de Diretrizes e Bases

MAQSE – Manual para Avaliação de Qualidade de Software
Educativo

NCET – Conselho Nacional de Educação e Tecnologia (Britânico)

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

SADs – Sistemas de Apoio ao Diálogo

TICESE – Técnica de Inspeção de Conformidade Ergonômica de
Software Educativo

ZDP – Zona de desenvolvimento Proximal

Resumo

GARCIA, Edemir Feliciano. AVALIAÇÃO DE UM AMBIENTE COMPUTACIONAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO NÍVEL MÉDIO. Florianópolis, 2001. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)-Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

O uso das novas tecnologias da informação e telecomunicações em muito poderá melhorar o ensino da Química no Nível Médio. A busca de metodologia que possa aprimorar os critérios para uso de Ambientes Computacionais é o principal objetivo deste trabalho.

Partindo do levantamento bibliográfico do ensino desta disciplina e buscando as abordagens pedagógicas procurou-se levantar as expectativas desta ferramenta no ensino e também a inserção das teorias pedagógicas na produção e uso desses Ambientes Educacionais.

Buscou-se um Ambiente Computacional que fosse adequado às condições presentes no local da pesquisa, por isso foi feita uma busca de ferramentas de avaliação de Softwares Educacionais e aplicou-se no ambiente utilizado no trabalho, encontrando-se assim as características ergonômicas e pedagógicas deste instrumento.

Espera-se que este trabalho possa trazer uma luz àqueles que pretendem iniciar o uso da informática para o ensino da Química ou de alguma outra disciplina, de maneira que não torne o aluno um mero usuário da máquina ou um instrumento de manipulação do professor.

Palavras Chaves: Software Educacional; Ensino de Química; Ambiente Computacional de Química; Ensino Médio; Avaliação de Software Educacional.

Abstract

GARCIA, Edemir Feliciano. AVALIAÇÃO DE UM AMBIENTE COMPUTACIONAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO NÍVEL MÉDIO. Florianópolis, 2001. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)-Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

The use of the technologies of information and telecommunications can improve the Chemistry teaching in high school very much. The search for methodology which can improve the criteria of Computational Enveroments use is the main target of this study.

Departing from the bibliographical survey of this discipline teaching and searching the pedagogical approaches this study aimed to set both the expectations of this tool in the teaching process and the insertion of the pedagogical theories in the Educational Enveroments production and use.

It was searched a Computational Enveroments that would be appropriate to the condicions presented in the research place, so that it was made a search for evaluation tools of Educational Softwares and it was applied to the software used in the work, and in this way it was found the ergonomic and pedagogical features of this tool.

It is expected that this work can bring light to those who sintend to initiate the use of computing to the Chemistry teaching process or any other discipline, in order not to the student a making mere usuary of the machine or a tool for the teacher manipulation.

Key-Words: Educational Software; Chemistry Teaching; Chemistry Computational Enveroments; High School; Educational Software Evaluation.

1 - INTRODUÇÃO

1.1 – Identificação do Problema e Justificativa

Com o advento da informática e a evolução das telecomunicações, o computador tornou-se um grande aliado, pelo fato de que, através dele as informações tornaram-se mais acessíveis e possibilidades são criadas para que o conhecimento chegue aos mais distantes centros de formação. As inovações tecnológicas na educação deverão ser apresentadas em função dos benefícios sócio-educacionais, evitando, inclusive, que custos de implantação ou métodos pedagógicos inadequados sejam empecilhos para este processo.

A maneira como são conduzidas as atividades no ensino de Química não vêm apresentando atrativos nem para alunos nem para os próprios professores. Dentre as causas desta insatisfação, pode-se dizer que a metodologia de trabalho utilizada, muitas vezes, é pouco adequada para atingir uma formação satisfatória do aluno ao final, levando alunos e professores a uma certa frustração com o estudo da Química.

Alguns professores até têm utilizado recursos tecnológicos como projetor de slides, vídeo, TV e retroprojetores. Porém, nenhum destes recursos têm apresentado resultados tão eficientes quanto o uso de microcomputadores, que permitem o uso de Ambientes Computacionais em multimídia, tutoriais, softwares para cálculos complexos e simuladores. O computador propicia a aprendizagem autônoma, e pode ser utilizado nos diversos níveis de ensino e nas diferentes disciplinas que compõem o quadro curricular da Educação Nacional, assim como há o fato de ele próprio constituir-se num atrativo que esta tecnologia exerce sobre os jovens.

Para um melhor aproveitamento da tecnologia hoje disponível, no aprimoramento do ensino torna-se necessário desenvolver técnicas e métodos de aplicação e utilização de um Ambiente Computacional de maneira que o uso

desta tecnologia esteja cada vez mais adequada e disponível aos educandos.

O computador pode fornecer informações variadas, com as quais o aluno pode interagir, dando assim o dinamismo que faltava aos outros instrumentos de ensino. Para tal, ele segue regras (que são o que se lhe programa). O computador pode lidar somente com conteúdos formalizados. Por conteúdos formalizados entende-se aqueles conteúdos que envolvem o elemento didático ao serem elaborados, ou seja, que são feitos para o ensino. Desse modo aquele que aprende pode encontrar as mesmas respostas certas por meio do professor, do livro didático e do computador, os quais lhe oferecem um *feedback*.

Desde os anos 60, são desenvolvidas tecnologias objetivando aplicações educacionais por meio do uso dos computadores. Utilizar o computador para o ensino, implica a incorporação de princípios e estratégias cognitivas que levam em conta as perspectivas teóricas dos psicólogos ou teorias pedagógicas.

Por isso, há necessidade de desenvolver um ensino de Química como um meio de educação pela e para a vida, transformando os conteúdos de um mundo heurístico, compartimentalizado e fechado, em um mundo holístico que possa explicar e justificar a presença do homem na Terra, bem como os motivos pelo qual deve-se desenvolver os estudos dessa ciência.

Os conceitos científicos transmitidos aos alunos de forma sistematizada são, muitas vezes, coisas que eles não podem ver ou vivenciar diretamente, tornando a relação estudante-objeto algo extremamente subjetivo. A Química é, por si, uma disciplina que, dependendo da metodologia utilizada para o seu ensino, torna-se uma ciência abstrata e inaplicável na vida prática do estudante. Um Ambiente Computacional, do tipo hipermídia ou simulação, pode recriar, de maneira mais concreta que outros meios, fenômenos não observáveis diretamente, levando o estudante a construir estruturas cognitivas que o transformam num ser capaz e independente para solucionar problemas que

envolvem os conceitos abstratos dessa ciência.

O estudo da Química nos insere numa perspectiva sócio-científica de maneira que incorpora o estudante – futuro cidadão consumidor e produtivo – em um desenvolvimento tecnológico inovador, implantador de novos materiais, que estão substituindo a exploração de recursos naturais e promovendo a preservação desses recursos para gerações futuras. Colabora também na construção de um sujeito autônomo e criativo, preocupado com a preservação do meio-ambiente, na interpretação de conceitos abstratos difíceis de serem explicados de forma concreta e aplicada, tornando o estudante um ser capaz de interpretar o universo em que vive de uma maneira mais racional.

Ao utilizar um Ambiente Computacional no ensino de qualquer disciplina, inclusive da Química, é necessário que sejam definidos os objetivos a serem atingidos e determinado o perfil de seus usuários, bem como as características do Ambiente. Popõe-se neste trabalho a aplicação de um Ambiente Computacional para o ensino da Química no nível médio. Para tanto, faz-se necessário uma avaliação de Ambientes utilizados na Educação do ensino médio, a fim de verificar suas características estruturais (técnicas que dizem respeito à facilidade de uso; facilidade de compreensão; aspectos motivacionais; grau de compreensão; capacidade de atração; etc.) e suas características didático-pedagógicas (teorias pedagógicas, como: O Tradicionalismo; Construtivismo; Interacionismo; Behaviorismo), a fim de verificar o quanto a tecnologia dos Ambientes Computacionais para o ensino de Química do nível médio pode melhorar a aprendizagem desta disciplina.

1.2 – Questão da Pesquisa

A eterna busca da humanidade por ampliação das várias capacidades humanas tem sido uma constante ao longo da História. O desenvolvimento de artefatos capazes de aumentar o conhecimento vem desde a antigüidade. Um enorme conjunto de instrumentos foi desenvolvido através dos tempos.

Com o aparecimento do computador surgem novas expectativas quanto às possibilidades de aprendizagem, bem como novas modalidades de atualização e de autocapacitação.

O computador em si mesmo não é, de forma alguma, um instrumento pedagógico e nem desejar-se-ia que fosse a única forma de ensinar Química. Quando forem desenvolvidos Ambientes adequados, metodologias adequadas e didática que obedeça aos princípios psico-pedagógicos e aos conceitos já desenvolvidos pelas ciências cognitivas ele poderá ser utilizado de forma satisfatória

Diversas instituições já utilizam esses recursos técnicos em seu processo pedagógico, o qual, afirmam estas instituições, em muito melhoram o desempenho dos estudantes. Porém, isto tem sido intensamente discutido e questionado. E é exatamente por esse motivo que este trabalho levanta as seguintes questões:

Será que um Ambiente Computacional na área de Química, para o nível médio, elaborado segundo uma linha pedagógica bem definida e características identificadas em uma análise de Ambiente Computacional, pode colaborar para a melhoria de ensino?

Os Ambientes Computacionais, destinados ao ensino médio possuem uma linha pedagógica bem definida?

Quais são os processos pedagógicos mais utilizados? Será que são os mais adequados? E quais seriam eles?

Quanto o processo pedagógico pode ser melhorado com a aplicação de um Ambiente Computacional no processo ensino-aprendizagem de Química?

1.3– Objetivos

1.3.1 - Geral

O objetivo geral deste estudo foi fazer uma comparação da aprendizagem de Química, no nível médio, quando utilizado um ambiente computacional e quando ministradas aulas pelos métodos convencionais como: lousa e giz, livros, apostilas, etc.

1.3.2 - Específicos

Os objetivos específicos deste estudo foram os seguintes: Verificar o rendimento da aprendizagem dos estudantes quando utilizado um Ambiente Computacional. Em outras palavras, comparar o desempenho dos alunos do segundo ano do nível médio, quando utilizado este Ambiente de para ensino e aprendizagem de Química, e o desempenho obtido com aulas convencionais, ou seja, com “giz e lousa”, à maneira tradicional.

Outro objetivo específico foi descrever o perfil dos alunos e comparar com o aproveitamento da aprendizagem nas aulas ministradas através de um ambiente computacional.

Objetivou-se também contribuir para o desenvolvimento de metodologias para uso de Software Educacional no ensino da Química no Nível Médio. Através da aplicação de planos de aula, elaborados com a finalidade de validar a metodologia utilizada, de onde saíram as conclusões a esse respeito.

Ainda, comparou diferentes métodos de Avaliação de Ambientes Computacionais (até então considerados Softwares Educacionais), e utilizou uma técnica pesquisada (A TICESE) para verificar a conformidade ergonômica e pedagógica do Ambiente utilizado neste trabalho, a fim de delimitar parâmetros de funcionalidade técnica e pedagógica desses ambientes.

A escolha da TICESE para a avaliação do Ambiente utilizado neste trabalho deu-se pelo fato de ter sido elaborada especificamente para recursos pedagógicos e por ser um material de fácil manuseio, além disso foi disponibilizada durante uma das disciplinas do curso.

Por fim, objetiva-se também colaborar para a introdução da informática no Ensino Médio.

1.4– Metodologia

Na primeira etapa desta pesquisa foi efetuado um levantamento bibliográfico a respeito do ensino de Química nos níveis fundamental e médio, procurando observar os objetivos, recursos e métodos utilizados nas escolas brasileiras.

Fez-se a busca de alguns Ambientes na área de Química, para que fossem avaliados conforme levantamento bibliográfico a respeito de avaliação de Ambientes Computacionais, e posteriormente foram aplicados em salas de aula a fim de verificar sua funcionalidade prática como instrumento de ensino.

Como neste trabalho se protagoniza o ensino, não se poderia deixar de fazer um levantamento dos conceitos pedagógicos, a fim de verificar-se em que abordagens se inserem os Ambientes citados anteriormente, bem como a maneira pela qual as aulas são ministradas.

Numa etapa final, fez-se uma avaliação da eficácia do uso desses Ambientes de Química, através de uma comparação entre o desempenho dos alunos numa aula convencional, e numa aula com o uso de computadores e programas específicos para esta disciplina.

Para realizar esta comparação, elaborou-se um plano de aula para o conteúdo “radioatividade”, aplicada aos alunos do segundo ano do ensino médio e outro, com o conteúdo “equilíbrio químico”, aplicado na mesma turma. Este plano foi

executado sem o uso de Ambiente Computacional, para o primeiro conteúdo, ou seja, foi uma aula convencional, inserida numa abordagem pedagógica bem definida, e o segundo conteúdo foi executado com uso dos Ambientes Computacionais.

Justifica-se o uso de conteúdos diferentes pelo fato de que, se fosse utilizado o mesmo conteúdo nos dois momentos, o segundo momento da aplicação deixaria de ser de aprendizagem e sim de reforço daquilo que foi visto no modo convencional.

Foram aplicadas provas escritas após cada momento da experiência, a fim de se verificar o quanto os alunos puderam aprender, pois o resultado das avaliações constituíram-se nos dados para análise e conseqüentes conclusões sobre a eficiência dos Ambientes Computacionais nas aulas de Química, para a referida clientela de estudantes.

Foi feito, também, um levantamento por meio de questionário a respeito da faixa etária, sexo, padrão sócio-econômico dos alunos, seu conhecimento em informática e outros dados que pudessem oferecer um perfil dos participantes da pesquisa.

Foi analisado, também, o comportamento dos alunos durante os dois momentos de atividade(aula convencional e informatizada)

Espera-se, com a avaliação do Ambiente Computacional, prever as possíveis dificuldades de uso, para que se possa fazer um planejamento de ação eficiente que auxilie na solução das dificuldades de uso e na garantia da eficiência do Ambiente.

Em síntese, os passos para a realização deste trabalho foram:

- 1- Análise bibliográfica do ensino de Química no nível médio, na área

- Pedagógica, e avaliação de Ambiente Computacional;
- 2- Coleta e análise de alguns Ambientes Computacionais;
 - 3- Aplicação das aulas às turmas no modo convencional e com o Ambiente Computacional;
 - 4- Relatório de análise dos resultados obtidos na aprendizagem dos alunos.

1.5 – Estrutura da Dissertação

Este trabalho consta de uma análise sobre o ensino de Química no nível médio logo no início no capítulo 2, destacando, por exemplo, características, objetivos, possibilidades, recursos técnicos e econômicos, democratização do saber, avaliação sob o ponto de vista do novos recursos tecnológicos e cognitivos de aprendizagem.

Como já foi dito na justificativa deste trabalho, há a necessidade de se inserir as abordagens pedagógicas, de forma bem definida, na confecção dos Ambientes Computacionais. Portanto, no capítulo 3, fez-se referência às abordagens pedagógicas, procurando defini-las, para que o leitor possa interpretar melhor a análise dos Ambientes Computacionais, bem como entender o processo de aplicação dos Ambientes utilizado neste trabalho.

Independente de sua origem, um Ambiente Computacional possui qualidades que podem ou não ser adequadas ao ambiente de aprendizagem. Através de estudos a respeito da Avaliação de Ambiente Computacional, no capítulo 4, será feita uma descrição de como deve ser realizada uma análise desses Ambientes, bem como procurou-se apontar as características mais importantes encontradas nos Ambientes Computacionais utilizados neste trabalho.

Após a avaliação destes Ambientes e aplicação em sala de aula, foram descritos no capítulo 5, os procedimentos de aplicação, bem como tabulação dos resultados encontrados.

No capítulo 6, encontram-se as conclusões e resultados desta pesquisa, na busca de elucidação dos resultados encontrados e da proposta de novas pesquisas nesta área, que acreditamos estar ainda “engatinhando” na perspectiva de um futuro muito promissor.

2 - O AMBIENTE COMPUTACIONAL E O ENSINO DE QUÍMICA.

2.1 – Ambiente Computacional - o que é e o que se pode esperar

O uso das novas tecnologias, tendo em vista a melhoria do processo ensino-aprendizagem, está sendo aplicada cada vez com maior frequência nas escolas. Isso tem proporcionado, cada vez mais, o surgimento de Ambientes Computacionais, que permitem ao professor propor mudanças em sua metodologia de ensino, buscando o enriquecimento de suas aulas através de tutoriais inteligentes, simulações e até mesmo laboratórios virtuais, no caso de disciplinas como a Química, Física, Matemática e Biologia.

As transformações ocorridas na tecnologia têm gerado, em todos os setores, evoluções significantes em relação ao ritmo de inserção destas na sociedade, revolucionando o modo com o qual estamos acostumados a viver e pensar. A rapidez com que estas novas tecnologias estão acontecendo, tem beneficiado diretamente a educação, instrumentalizando-a de forma a facilitar o trabalho educativo do professor.

A informática educacional é composta por um sistema computacional formado por hardware e software, hardware (parte física: máquina e periféricos), e os softwares (aqui denominados “ambientes computacionais”) são programas de computador que servem como veículo de comunicação entre o homem e a máquina. E Considerado aqui, Ambiente Computacional, todo aquele que possa ser usado de forma pedagógica, mediada pelo profissional, promovendo interface com o estudante. O objetivo primordial do mediador (professor ou orientador) na escolha do ambiente será sempre permitir que os indivíduos desenvolvam habilidades de pensamento eficientes, possibilitando tornar-se aprendizes independentes e autônomos.

Não é um professor, um ambiente ou uma escola que garante a aprendizagem do estudante, pois, conforme o pensamento de Gramsci:

(...) "Escola criadora não significa escola de 'inventores e descobridores', ela indica uma fase e um método de investigação e conhecimento, e não um "programa pré determinado que obrigue a inovação e a originalidade a todo custo. Indica que a aprendizagem ocorre notadamente graças a um esforço espontâneo e autônomo do discente, e no qual o professor exerce apenas uma função de guia amigável, como ocorre ou deveria ocorrer nas universidades" GRAMSCI (*apud* MORAES e SILVA, 2000).

Portanto, conclui-se que a aprendizagem ocorre graças ao esforço do próprio estudante, é claro que de certa forma orientado ou dirigido por um professor que coordena a pesquisa e orienta quanto às fontes ou recursos de informações, indicando ou selecionando o que é relevante para sua formação, conforme seu objetivo. E uma das fontes ou recursos a que se pode recorrer é o Ambiente Computacional, independente de sua origem, mas de acordo com um planejamento e propósito elaborado pelo professor.

Na obra de LOYOLLA e PRATES(2000), a auto-aprendizagem ocorria, até a década de sessenta, basicamente através da leitura de textos e que foram posteriormente reforçados com a introdução da hipermídia (hipertextos, sons e imagens gravadas num único instrumento). O desenvolvimento das tecnologias levou a uma reestrutura do instrumental utilizado para o ensino, fazendo surgir os **Ambientes Computacionais para Ensino/Aprendizagem** que, como outras ferramentas pedagógicas, necessitam estar inseridos num

processo pedagógico.

Alguns Ambientes Computacionais são classificados por FITZGERALD(1994) em:

1. *Tutorial*: é um ambiente que permite a aquisição de novos conhecimentos e possui as seguintes características: desperta a atenção do usuário; informa o aluno do objetivo do ensino; relembra conhecimentos que são pré-requisitos; apresenta material novo; direciona o aprendizado; dá *feedback* imediato; avalia o desempenho do aluno e aumenta a retenção através de relações.

2. *Exercício e prática*: depois da aquisição, este programa pretende habilitar o aluno para que tenha mais fluência (velocidade e prontidão) na utilização da informação adquirida.

3. *Solução de problemas*: apresenta situações que estimulam o aluno a encontrar estratégias próprias para resolver problemas e aplicar esse conhecimento na prática.

4. *Simulação*: após a aprendizagem dos novos conceitos, a simulação permite ao aluno realizar atividades das quais normalmente não poderia participar, criando microuniversos, onde o estudante possa interagir e alterar, dando-lhe a oportunidade de testar, tomar decisão, analisar, sintetizar e aplicar o conhecimento adquirido em situações reais.

5. *Banco de dados*: é um ambiente que permite armazenar informações que podem ser, a qualquer momento, recuperadas. A facilidade de manipulação, não-seqüencial, proporciona uma rápida assimilação, permitindo avaliação, análise e síntese.

Como se percebe, cada modelo tem características únicas e é usado com determinada finalidade pedagógica. Apesar desta classificação, CHAVES(2000) contesta e questiona o que é Ambiente Computacional e sugere que se considere ambiente para educação aquele que pode ser usado para algum objetivo educacional ou pedagogicamente defensável.

Ainda segundo CHAVES(2000), qualquer que seja a natureza ou finalidade para a qual tenha sido criado, é importante observar como é que programas comerciais, já existentes em grande quantidade (processadores de textos, gerenciamento de banco de dados, planilhas eletrônicas, geradores gráficos etc.), podem ser usados para ajudar a atingir mais fácil e eficientemente os objetivos educacionais a que nos propomos. E também que, sejam utilizados os programas que já temos, evitando propor projetos de produção desses Ambientes e correr o risco de reproduzir o que os livros didáticos já fazem.

Segundo BARRON e HYNES(1996), aplicativos comerciais, como Processadores de Textos, Planilhas de Cálculos, Banco de Dados e Programas Gráficos, podem ser utilizados para diversas atividades de aprendizagem, conforme podemos ver no quadro abaixo:

Quadro - I: Atividades que podem ser desenvolvidas por Ambientes Aplicativos.

Processadores de Textos
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Escrever soluções de problemas ✓ Elaborar e escrever seus problemas ✓ Expressar matematicamente suas idéias ✓ Realizar aquelas leituras e escritas vitais para aprendizagem
Planilhas de Cálculos
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Relaciona tabelas para idéias matemáticas ✓ Organiza dados ✓ Faz conjecturas ✓ Escreve expressões matemáticas ✓ Constrói fórmulas ✓ Esclarece pensamentos sobre padrões numéricos ✓ Analisa dados ✓ Seleciona formas apropriadas de gráficos e tabelas ✓ Explora mudanças recursivas
Banco de Dados
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Formula problemas pertinentes ou questões ✓ Identifica atributos de dados que são relevantes para um problema ✓ Organiza dados ✓ Interpreta quantitativamente dados ✓ Expressa idéias matemáticas através de relatórios
Programas gráficos
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Relaciona figuras e diagramas das idéias ✓ Cria modelos usando gráficos ✓ Usa gráficos para esclarecer pensamentos sobre idéias e relações matemáticas ✓ Aumenta as apresentações matemáticas com gráficos ✓ Faz conjecturas

Fonte: (BARRON e HYNES, 1996, p. 126)

LAASER(1995), dirigindo-se basicamente a Ambientes Computacionais para aprendizado individual, aponta como vantagem deste tipo de instrumento o fato de que o estudante pode decidir quando quer utilizar este material, e a desvantagem é a falta do diálogo direto e interativo com o professor (pelo menos até que as redes de telecomunicação permitam estabelecer esta comunicação em forma eletrônica, a um custo suficientemente baixo e tecnicamente suportável).

A indústria de Ambientes Computacionais para o ensino muito tem se desenvolvido, porém começam a surgir alguns problemas que devem ser

resolvidos:

"Com a oferta crescente de Softwares para o ensino juntaram-se perspectivas muito otimistas por parte de vários pesquisadores e pessoas envolvidas no desenvolvimento dos ditos materiais. Todavia, depois desta primeira euforia, notou-se uma quantidade de problemas que devem ser resolvidos na prática, e detecta-se também que o Software para o ensino é apenas um meio entre outros com suas vantagens e desvantagens muito específicas" (LAASER, 1995)

O uso de Ambientes Computacionais, ainda segundo LAASER(1995), deve ser melhor aproveitado para cálculos amplos, reorganizações de dados, simulações e para incluir elementos interativos, que servem para guiar o estudante de maneira individualizada. Por isto é aconselhável desenhar cada Ambiente Computacional para o ensino como produto mais ou menos auto-suficiente, e, como os Ambientes Computacionais são desenvolvidos para um grande número de usuários, deve-se também definir uma grande variedade de adaptações para cada configuração (processadores, sistemas, reconhecimento gráfico).

Ambientes Computacionais podem ser desenvolvidos de maneira a utilizar o hipertexto para uma aprendizagem flexível.

O hipertexto foi conceituado por CORREIA e ANDRADE(1999) do seguinte modo:

- Segundo Landow(1992), o hipertexto põe em cheque: seqüências fixadas, começo e fim definidos, uma estória de certa magnitude definida. No hipertexto o autor oferece múltiplas possibilidades através das quais os próprios leitores constroem sucessões temporais e escolhem personagens, realizando saltos com base em informações referenciais.
- Segundo Heim(1993), o hipertexto é um modo de interagir com textos e não só uma ferramenta como processadores de textos. Por sua característica, o

usuário interliga informações intuitivamente, associativamente - através de saltos. O hipertexto possibilita novas formas de ler e escrever, um estilo não linear e associativo, (...). Pode-se adotar como noção de hipertexto o conjunto de informações textuais podendo estar combinados com imagens (animadas ou fixas) e sons, organizados de forma a permitir uma leitura (ou navegação) não linear, baseada em indexações e associações de idéias e conceitos, sob a forma de links.

Para Levy(1993) o hipertexto é um conjunto de nós ligados por conexões. Os nós podem ser palavras, páginas, imagens, gráficos, seqüências sonoras, documentos complexos que podem eles mesmos ser hipertextos. Os itens de informação não estão ligados linearmente, como uma corda em nó, mas cada um deles, ou a maioria, estende suas conexões em estrela, de modo reticular.

- Na compreensão de hipertexto, segundo Conklin(1987) apud Leiro(1994), janelas na tela são associadas com objetos na base de dados e ligações são estabelecidas entre estes objetos, tanto graficamente, na forma de marcas rotuladas, como na base de dados na forma de ponteiros.

Estas definições nos leva a interpretar o conceito de hipertexto como uma rede de informações, na qual podemos ir de um ponto a outro, de forma não linear e conforme as necessidades e intuição do leitor.

Segundo MADDUX(1997) o desenvolvimento de novos meios, como o hipertexto, para criar um ambiente de aprendizagem com flexibilidade cognitiva, tem as seguintes características:

- 1- Acesso randômico: estudantes podem entrar não linearmente no ambiente de instrução para muitos pontos diferentes.
- 2- Uma maior atividade de aprendizagem é permitida; exploração não linear do ambiente de aprendizagem.
- 3- Múltiplas representações, explanações, dimensões e/ou pontos de vista do conteúdo são formados.

4- A aprendizagem é organizada em torno de situações individuais, sendo cada uma destas situações dividida em mini-situações, favorecendo a flexibilidade cognitiva, a capacidade para adaptação, reagrupando diversos elementos do conhecimento para suas próprias necessidades de entendimento ou situação de solução de problemas.

Como pode-se ver nesses quatro itens, o hipertexto leva o estudante a construir seu próprio caminho de acesso às informações para construção de seu conhecimento. Ele determina quando aumentar a complexidade do conhecimento, até onde precisa ir em seus estudos por exploração ou resolução de problemas.

Os hipertextos são enriquecidos com fotos, figuras, gráficos, vídeos e sons, dando origem aos ambientes em hipermídia.

Tecnicamente o termo hipermídia é definido como sendo "vários meios conectados. Num programa tutorial, se o usuário puder clicar uma palavra e aparecer uma figura na tela, teremos um programa hipermídia. O coração da hipermídia é o *linking*" (MADUX, 1996, p. 136).

Portanto, um programa em hipermídia é um ambiente que inclui áudio ou som sofisticado, música, vídeo, fotografias, gráficos em 3D, animação, gráficos de alta resolução e estes objetos estariam interligados através de um *linking* para que o usuário possa acessá-los sempre que precisar através de um clique, pois "o desenvolvimento de programas é conceitualizado, em geral, de modo a que eles trabalhem com grande volume de informações, tornando uma ferramenta poderosa" (LAASER, 1995)

Outrossim, a inserção do uso das tecnologias na escola traz a expectativa de um processo educacional que torne professores e estudantes em eternos aprendizes. De maneira que, conforme MORAN(2000), os estudantes sejam protagonistas na construção de sua identidade, do seu caminho pessoal e

profissional, do seu projeto de vida, na compreensão, emoção e comunicação que lhes permitam encontrar seus espaços pessoais e sociais e tornar-se cidadãos produtivos.

E para isso, diz MORAN(2000), pode-se modificar a forma de ensinar e de aprender, tornando a aprendizagem mais compartilhada, orientada, coordenada por um mediador, mas principalmente, com profunda participação dos alunos, em que as tecnologias nos ajudarão muito, de forma a desenvolvermos um aprendizado cooperativo, levando os alunos a aprenderem não só conteúdos programáticos, mas também a serem pessoas, cidadãos.

A aprendizagem cooperativa referida trata-se de desenvolver no aluno habilidades para criar algo novo, em si e naqueles com quem compartilha seu conhecimento, se impondo e sendo imposto à situações de resolução de problemas, individualmente ou em conjunto com outros indivíduos. O que pode ser feito, também, através dos equipamentos eletrônicos ou simplesmente da interação com informações acessíveis pela máquina. Dessa forma o estudante aprende a construir conhecimentos a partir da cooperação e da colaboração com outros, conforme pode-se ver em TIJIBOY e MAÇADA(1999).

Deve-se colocar aqui, também, uma questão epistemológica quanto ao uso dos Ambientes Computacionais, bem como, à tecnologia educacional. Conforme análise feita por BITTENCOURT(1998), ao referir-se ao uso de um Ambiente para ensino de matemática, o Cabri, que simula a construção de figuras geométricas, um Ambiente pode ser elaborado de maneira que forneça ao estudante informações que o restrinja às estratégias de solução de problemas, privando-o de conceitos teóricos (como teoremas úteis para entendimento da teoria) importantes, levando-o a se apropriar de conceitos relativamente distantes daqueles que realmente seriam necessários para construção de seu conhecimento. Por isso, são importantes suas considerações a respeito do que devemos estar atentos ao fazer uso de um Ambiente Computacional no processo ensino/aprendizagem:

- 1) o modelo teórico do qual deseja-se que o aluno se aproprie e as formas de representação adequados para isso;
- 2) as modificações a nível conceitual que esta modelização acarreta;
- 3) a perspectiva de ensino-aprendizagem tanto do ponto de vista macro quanto micro que possibilite tratar de quesitos, como a articulação do uso de programas educativos a uma teoria didática; programas que permitam ao aluno fazer uso empírico de propriedades e teoremas, propiciando-lhe outras formação de organização dos conceitos e operações mentais; que leve o aluno a apropriar-se da teoria e não da forma de modelização desta teoria(é mais importante que o aluno aprenda o conteúdo do programa que o próprio programa);
- 4) a análise da utilização de determinados programas através das interações aluno/conhecimento/conhecimento-tratado-pelo-programa/professor.

Como ensina VIVAS e SOSA(1998), um modelo pedagógico deve buscar como objetivo a estimulação do questionamento pessoal do indivíduo acerca de solidez, coerência e consistência de seu conhecimento, antes de fornecer uma resposta concreta. Seria muito fácil repassar para o computador a representação sistemática de saberes aceitos como certos, para serem memorizados pelos alunos, mas educador não é fonte de respostas e sim um dinamizador de reflexões. Da mesma forma, a informática educacional não pode ser apenas a automação dos conceitos, e sim desenvolver modos de ensinar e de aprender que possa utilizar o computador como uma ferramenta pedagógica que estimule o estudante, com base em sua experiência, a construir seu conhecimento.

Diversos segmentos da educação no Brasil já estão utilizando esta ferramenta para auxiliar e reforçar a aprendizagem de disciplinas específicas ou até

mesmo em cursos de formação e capacitação profissional. O estudo de Química no nível médio no Brasil não tem apresentado atrativos para o professor e para o aluno, alguns sistemas de ensino, principalmente de escolas particulares, já estão utilizando recursos da tecnologia, como Ambiente Computacional para auxiliar na aprendizagem desta disciplina.

2.2 - O Ensino de Química e as novas tecnologias.

2.2.1 - A Química como uma Ciência.

O grande avanço do estudo de química surgiu a partir do século XVIII, impulsionado, inclusive, pelos avanços industriais que possibilitava diversas ramificações. Até então, todo o conhecimento existente nesta área, como pode-se ver em BIANCHINI(1998), eram os conhecimentos da iatroquímica, implementada por Paracelsos, que consistia na substituição de remédios feitos de ervas por agentes químicos, levando ao surgimento da farmácia, bem como, também a divisão em duas partes que Andreas Libavius fez em relação à química: uma em que se tratava dos procedimentos e aparelhos de laboratórios e outra que se refere à análise de metais.

Posteriormente, ainda segundo BIANCHINI(1998), Bernard Palissy demonstrou que todos os minerais cujos cristais possuíssem formas verdadeiramente geométricas teriam sido cristalizados na água, e desmentiu mitos como o "ouro solúvel", uma substância que era utilizada como "remédio milagroso" mas que só trazia malefícios para a saúde.

Nos séculos XVII e XVIII surgiram estudos feitos por Torricelli e Otto Van Guericke a respeito da pressão atmosférica, desenvolvendo bombas a vácuo, o que levou Roberto Hook e Boyle a demonstrar a improdutividade da teoria dos quatro elementos (ar, água, terra e fogo). Neste mesmo período histórico, Van Helmont demonstrou que o estado químico da fumaça, do ar ou do vapor d'água eram diferentes, surgindo então o conceito de gás.

Estes e outros fatos não menos relevantes para a história desta ciência contribuíram para novos rumos que a Química tomou a partir dos estudos de Lavoisier, que entre tantos feitos, demonstrou que a matéria pode transformar-se, mas que nada se perde e nada se cria. E em 1777, como pode-se ver em CANEDO(1987), Lavoisier conseguiu identificar os componentes do ar, e seis anos após, a composição da água.

CANEDO(1987) mostra que no fim do século XIX a indústria passou a ser bastante dependente desta ciência, utilizando seus produtos e subprodutos como a borracha, o petróleo, o ácido sulfúrico e bicarbonato de sódio. O aperfeiçoamento de máquinas e equipamentos levaram os físicos Ampère, Carnot e Faraday a demonstrarem que o calor, a luz e a eletricidade são formas de energia mensuráveis e passíveis de serem transformadas de uma forma de energia em outras.

Gay Lussac e Bertholet demonstraram que a química que constitui os materiais orgânicos obedece as mesmas leis químicas que os minerais, possibilitando a síntese de substâncias orgânicas a partir de substâncias minerais.

Assim fica compreensível o porquê de se estudar Química, pois foi graças a esta ciência que surgiram os alimentos acondicionados em latas de conservas, a carne congelada, o plástico, a indústria petroquímica, adubos e tantos outros produtos e hábitos que revolucionaram a agricultura e a vida do homem no mundo todo.

Enfim, estas são algumas poucas demonstrações da evolução de um processo de formação de um conhecimento que a humanidade adquiriu, e que de alguma forma deve ser repassada, repensada e reconstruída para e pelos nossos alunos, de maneira que os levem a perceber a importância da Educação Química, uma vez que o mau uso destes conhecimentos pode, também, levar a destruição do meio ambiente e tornar a vida na Terra algo

impossível, ou provocar alterações irreversíveis nas formas de vida como hoje são conhecidas.

2.2.2 - O Ensino de Química no Nível Médio e os PCNEM.

Como etapa final da Educação Básica, a LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996, determina que o ensino médio deve complementar o aprendizado iniciado no Ensino Fundamental e que neste nível o ensino desta ciência possa produzir um conhecimento efetivo, de significado próprio e não mais, apenas, como uma ciência de introdução preparatória.

Com o objetivo de tornar a aprendizagem das ciências naturais neste nível, uma construção contextualizada e interdisciplinar do conhecimento científico, a Resolução 03/98 do CNE (Conselho Nacional de Educação) institui os PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio), elaborando uma proposta que, sem ser profissionalizante, efetivamente propicie um aprendizado útil à vida e ao trabalho, no qual as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal ou de aprendizado permanente, evitando tópicos cujos sentidos só possam ser compreendidos em outra etapa de escolaridade.

E por isso, conforme o texto "O Sentido do Aprendizado na Área" constante do referencial dos PCNEM, o aprendizado não deve ser centrado na interação individual de alunos com materiais instrucionais, nem se resumir à exposição de alunos ao discurso professoral, mas se realizar pela participação ativa de cada um e do coletivo educacional, numa prática de elaboração cultural. Portanto, o aprendizado da disciplina de Química deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas.

Para que se possa desenvolver um ensino de Química que atenda os objetivos de tornar a Educação Química uma maneira de construir uma educação social e cidadã, os PCNEM sugerem que:

- ✓ Reorganize os conteúdos químicos atualmente ensinados, bem como a metodologia empregada;
- ✓ Objetive um ensino de Química que possa contribuir para uma visão mais ampla do conhecimento, que possibilite melhor compreensão do mundo físico e construção da cidadania, colocando em pauta em sala de aula conhecimentos socialmente relevantes;
- ✓ Direcione o ensino para a vivência do aluno, como por exemplo, o entendimento acerca da transformação química, envolvendo inicialmente seu reconhecimento qualitativo e suas inter-relações com massa, energia e tempo;
- ✓ Apresente ao aluno fatos concretos, observáveis e mensuráveis;
- ✓ Desenvolva no aluno competências e habilidades de identificar as variáveis que podem modificar as transformações, afim de que possa reconhecer a aplicação desses conhecimentos ao sistema produtivo;
- ✓ Atribua competências aos estudantes para reconhecer e utilizar a linguagem que a Química utiliza, de tal forma que o aluno não tenha que memorizar símbolos, fórmulas e nomes de substâncias;
- ✓ Forneça habilidades para reconhecer informações relevantes em Química, bem como os limites éticos e morais do conhecimento científico, tecnológico e de suas relações.

Verifica-se que a Educação Química pode proporcionar o conhecimento, competências e habilidades ao estudante de maneira que se torne a aprendizagem significativa e leve-o a utilizá-la em seu dia-a-dia, contextualizada, e não mais como um amontoado de fórmulas, definições e exercícios, que pouco ou nada acrescentam ao crescimento intelectual e social do estudante.

De acordo com estes parâmetros curriculares, num primeiro momento de aprendizagem da Química deve prevalecer a construção de conceitos a partir de fatos. Já num segundo momento prevalece o conhecimento de informações ligadas a sobrevivência da humanidade.

E para que os objetivos e metas sejam alcançados, os PCNEM propõem que a Educação Química desenvolva as seguintes competências e habilidades nos estudantes: Representação e Comunicação; Investigação e Compreensão, Contextualização Sócio-Cultural.

2.2.3 - A Química na Escola e na Sala de Aula

O ensino de química, tanto nos níveis elementares (oitava série do ensino fundamental) como nos níveis mais elevados (ensino médio e superior) tem se tornado algo frustrante para alunos e professores. Conteúdos que não despertam interesse, certamente pelo fato de os alunos não verem aplicabilidade na vida prática e por serem ministrados, na maioria das escolas públicas brasileira, por professores pouco preparados, mal remunerados e sem oportunidades de se capacitarem e se atualizarem, por isso:

"Torna-se cada vez mais relevante organizar espaços de interação para que os professores possam refletir sobre suas práticas e transformá-las, em busca de currículos mais dinâmicos e interativos, que possam provocar e encaminhar os educandos em suas aprendizagens, para prosseguirem/progredirem em seu desenvolvimento e formação, movidos pela perspectiva da melhoria da qualidade de vida." (ZANON, 1996, p. 39)

Para que se possa mudar a prática do ensino de química no nível médio, é necessário a busca dos recursos da Informática Educacional, que deverá nos fornecer recursos técnicos, num ferramental que torne a disciplina um pouco

menos abstrata. "Uma das grandes possibilidades que os computadores nos oferecem é a criação de 'mundos impossíveis'" (ROSA, 1996, p.89) ou seja o computador permite a criação imagens, estáticas ou em movimento, para representar o mundo microscópico como por exemplo: "podemos mostrar uma reação química acontecendo, molécula a molécula, os orbitais de um determinado átomo (...)" (ROSA, 1996, p.89).

A informatização das aulas de química no ensino médio por si não tornará a disciplina mais ou menos atrativa ou útil na vida prática dos estudantes, pois como qualquer outro instrumento, há a necessidade de planejamento e critérios de "como" e "para que" utilizar o computador, e também inserir estas atividades numa proposta pedagógica buscando o melhor desenvolvimento do aluno. O que leva a pensar que para o professor utilizar esta nova ferramenta de ensino, em primeiro lugar, precisa ver o computador como: "um auxiliar ao trabalho do professor, no mesmo pé de igualdade que o retroprojeter, o vídeo cassete e a televisão, etc. O computador em si não é bom nem é ruim. Depende do uso que dele se fizer dentro da escola." (ROSA, 1996, p.89). E também "conhecer ferramentas computacionais, teorias que explicam o processo de aprendizagem, os fatores sociais e afetivos que constituem a mesma, assim como intervir na interação aluno/computador" (VALENTE, 1999).

O computador como uma nova maneira do estudante construir o conhecimento e a sua interação com o conteúdo ocorrerá através dos Ambientes utilizados. Para tanto, é necessário que estes Ambientes tragam o conteúdo de Química inserido em abordagens pedagógicas que levem os alunos a aprender,

"aprender a navegar de forma conveniente no oceano de informações que estão a nosso dispor (...) privilegiando as aprendizagens essenciais, fundamentadas na pesquisa e dirigidas a sujeitos críticos, dotados de autonomia em seus processos de conhecimento e de aprendizagem" (ZANON, 1996, p.39)

E como nos fala Pierre Levy:

"o saber-fluxo, o saber-transação de conhecimento, as novas tecnologias da inteligência individual e coletiva estão modificando profundamente os dados do problema da educação e da formação. O que deve ser aprendido não pode mais ser planejado, nem precisamente definido de maneira antecipada." (LÉVY, 1998)

Um Ambiente elaborado sobre uma plataforma de hipermídia nos permite navegar num mundo de informações, disponíveis em diferentes mídias (imagens, sons, vídeos), que podem reproduzir o mundo molecular que não se pode ver nem mesmo com o mais poderoso dos microscópios, ou, se um dia tal instrumento for concebido, ainda haveria problemas para interagir com este microcosmo. RUSSELL(1994) nos fala a respeito do Princípio da Incerteza de Heisenberg, não é possível observar uma partícula sem interferir no seu estado de movimento(sua posição), então, um Ambiente pode ser criado para nos mostrar estas partículas, seus movimentos, e suas propriedades, quebrando a noção abstrata que a física-quântica nos dá do microuniverso.

Além disso, sempre que um Ambiente for elaborado nesta plataforma sob os conceitos do hipertexto, o estudante terá a liberdade para aprender e aprofundar-se nos conceitos e aplicabilidades práticas do conteúdo da Química, aprofundando seus conhecimentos de acordo com suas capacidades cognitivas ou suas necessidades, motivo pelo qual estes Ambientes devem ser elaborados de maneira que:

"A organização do ensino-aprendizagem privilegia ferramentas e estratégias curriculares dinamizadoras da aprendizagem, motivadoras e estimuladoras dos processos de conhecer, que encorajem os alunos a vivenciar a aventura de construir, do aprender, do descobrir conexões das idéias entre si, das ciências entre si, dos conteúdos curriculares com

os conteúdos/ temáticos inerentes à realidade vivida." (ZANON, 1996 p.43)

Dessa forma, a aprendizagem do conteúdo de química passa a ser para o aluno mais interativa e aberta, que vivencia e propaga o prazer de conhecer, do se desenvolver cognitiva e globalmente, e não mais uma preocupação conteudista, que prepara (muitas vezes mal) para o vestibular. E, aluno e professor sabem que da forma que a química é ensinada hoje nas escolas, principalmente de nível médio, não tirarão proveito nenhum em suas vidas, não conseguirão inserir os conhecimentos de Química em contexto algum.

2.2.4 - O Ambiente Computacional para o Ensino de Química.

Um Ambiente Computacional para ensino de Química, como já foi dito, por si, jamais será o grande construtor do conhecimento de um estudante. Quem elabora este instrumento de ensino tem que conhecer as teorias pedagógicas mais aceitas atualmente, tem que saber quais serão os processos cognitivos utilizados para construção de seu conhecimento, ou ainda pressupor quais serão as capacidades intelectuais que o estudante dispõe para utilizar esta ferramenta. Além disso deve também estar ciente de que qualquer meio didático utilizado para ensino/aprendizagem deve estar provido de dispositivo de avaliação do aluno, para que este, esteja ciente de seu rendimento e aproveitamento dos estudos.

Atualmente já são utilizadas as mais diversas plataformas de Ambiente para o ensino de Química, que vai desde níveis elementares como o ensino fundamental até a formação em Engenharia Química, e, de acordo com VIEIRA S (1996), num levantamento efetuado no *Journal of Chemical Education*, os Ambientes mais usados para esta disciplina são: Tutoriais; Cálculos Computacionais; Aquisição de dados; Base de Dados; Simulação (reações, modelos, laboratórios); Jogos Educacionais e Sistemas Especialistas (usados principalmente em pesquisas e pós-graduação. No quadro II verifica-se,

conforme VIEIRA S (1996), os conteúdos mais encontrados nos Ambientes de ensino de química.

Quadro II – Conteúdos mais encontrados nos Ambientes Computacionais de Química.

Conteúdos	%
Química quântica, teoria quântica, mecânica quântica	12,6
Análise qualitativa e quantitativa	9,2
Espectrometria, espectroscopia, IV, RMN, etc.	8,9
Físico-química	6,9
Base de Dados	5,5
Cinética Química	4,6
Química analítica geral, inorgânica, introdutória, orgânica, saúde, n ^o oxidação, polímeros.	4,3
Cálculos matemáticos: gráficos, controle de notas, estatísticas, fatores de conversão, matriz, métodos dos mínimos quadrados, números exponenciais e logaritmos, otimização de valores numéricos para conteúdos de química	4,3
Titulometria, gravimetria, volumetria	4,1
Equilíbrios, ácido-base e conteúdos correlatos	3,4
Laboratórios	2,7
Orbitais atômicos	2,7
PH e solução tampão; Estruturas de estado físico; Tabela periódica e elementos químicos; Termodinâmica; Reações (diversas); Isomeria; Modelagem molecular; nomenclatura; Estequiometria; Soluções; e outros...	30,8

Fonte: VIEIRA S (1996, p. 125)

O quadro acima dá uma idéia do quanto em conteúdo já pode ser encontrado em Ambientes Computacionais, que abrangem desde o estudo de Química nos níveis mais elementares, como estruturas eletrônicas e modelos atômicos até conteúdos mais complexos dos cursos de graduação ou pós graduação em engenharia Química. A seguir estar-se-á percorrendo a respeito de alguns destes Ambientes, procurando mostrar o seu conteúdo.

1- ChemSketch4.5 - é um Ambiente, que apesar de ser utilizado no meio científico, pode ser utilizado por professores e/ou alunos que precisam editar estruturas químicas, apresentando-as em modelos 3D, ou podendo ser transportados para Word ou Power Point.

Possui também:

- Propriedades químicas dos elementos da Tabela Periódica e das moléculas (fórmula, peso molecular, índice de refração, volume molar entre outros;
- Conjunto de modelos prontos, por exemplo: kit de laboratórios; aminoácidos, reações químicas, etc.;
- Dicionário de estruturas, com banco de dados com 48.000 diferentes estruturas diferentes.

Trata-se de um Banco de Dados e pode ser encontrado no *site* <http://www.acdlabs.com/download>. Utilizado principalmente para modelagem de estruturas moleculares, conforme pode-se ver em DAVIES(2001).

2- Lechat - Este é um Ambiente desenvolvido para Simulações em Equilíbrio Químico, informa PAIVA(1998) *et al.* Através destas simulações o estudante pode verificar a variação do comportamento de uma reação química alterando suas variáveis físicas (temperatura, pressão ou concentração). Este programa foi desenvolvido pela Universidade de Coimbra, Portugal. Pode ser encontrado na versão Lechat 2.1 no endereço <http://nautilus.fis.uc.pt/personal/jcpaiva/artigos/ALECHAT2.htm>.

Além de permitir intensa interação do aluno com o Ambiente e o conteúdo, apresenta também a possibilidade do aluno interiorizar e visualizar os conceitos deste conteúdo, bem como o princípio de Le Châtelier de maneira efetiva e real; e não mais, apenas, no mundo imaginários das aulas tradicionais.

3- SINCO (SINtetizador de Colunas) - O projeto SINCO destina-se a apoio ao ensino de Engenharia Química, conforme pode-se ver em CARNEIRO e CARDOSO(1998). Trata-se de uma ferramenta de simulação e cálculo para apoiar a condução de projetos de colunas de destilação. É capaz de calcular as dimensões de uma coluna de destilação destinada a produzir um determinado produto a partir das especificações de uma corrente de alimentação, reduzindo custos dos projetos deste tipo de construção. Este

sistema contém aspectos didáticos envolvidos, interface amigável, sistema de ajuda adequado entre outras características úteis a Ambientes destinados a processos pedagógicos.

- 4- Carbópolis: meio ambiente, resolução de problemas e Ambientes Computacionais - Conforme nos mostra EICHLER e DEL PINO(1998), o Carbópolis é um Ambiente de aprendizagem desenvolvido numa plataforma multimídia que leva o aluno a resolver problemas desencadeados pelos meios de produção de diversos tipos de energia, buscando levar ao aluno uma Educação Química contextualizada em seu cotidiano, tornando-o cidadão responsável pelo equilíbrio homem/natureza. Este programa traz os conteúdos inseridos em atividades, baseadas no impacto ambiental causado pelo uso destas energias, que serão desenvolvidos através da resolução dos problemas sugeridos pelo próprio ambiente.

- 5- Ambiente Computacional para o ensino de Química relativo à Tabela Periódica - DALLACOSTA(1998) *et al* nos mostra que com o propósito de facilitar o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo relativo à Tabela Periódica, desenvolveu-se este Ambiente: uma ferramenta que propõe um método de exposição de conteúdos de forma a integrar texto, som de áudio, imagens gráficas, estáticas, animação e vídeo em movimento, possibilitando grande interatividade. Neste Ambiente o estudante poderá acessar, de forma não linear um desses conhecimentos relativos ao elemento escolhido: Aplicações, quantidade, preparação, compostos, propriedades, símbolo, histórico, distribuição eletrônica e origem do nome.

Além dos Ambientes descritos acima, existem centenas de outros, visto o grande desenvolvimento da informática nesta área. Pode-se ver no quadro III uma breve descrição de outros ambientes, com seus respectivos conteúdos.

Quadro III - Títulos de Ambientes Computacionais de Química

Título	Conteúdo
Chemi Skill Bilder	Problemas relativos à Introdução à Química.
Nova Net Tutorials	Química Geral e Orgânica
VSEPR Tutor	Geometria molecular e eletrônica
Organic Nomenclature Tutorial	Nomenclatura Orgânica IUPAC
Organic Reactio Mechanism	Reações Orgânicas
Stereo Tutor	Stereoquímica
Introduction to Spectroscopy	Espectroscopia - Instrumentalização
Exploring Chemistry	Conceitos de laboratório de Química Geral
Introduction to General Chemistry	Química orgânica
Orgânic Chemistry Laboratory	Técnicas básicas de laboratório de Química Orgânica

Fonte: DALLACOSTA(1998) et all

Existe ainda o programa ChemOffice2001, conforme nos informa SWARTZ(2001), é um conjunto que redefine a área de trabalho do químico no computador, constituído pelos seguintes aplicativos: ChemDown, Chems3D, ChemFinder, ChemInfo e E-Lab Notebook, podem ser utilizados como um editor químico, modelagem de estruturas ou banco de dados. Podendo ser utilizado para fins acadêmico por estudantes e professores de nível médio ou superior e pesquisadores em nível de pós-graduação ou industrial.

Este rol de programas com a grande variedade de conteúdos e as mais diversas formas de apresentação(multimídia, tutorial, etc) está sendo ainda mais incrementado com a produção de *E-Books*, que deverão colocar em discussão o futuro dos livros textos, uma vez que os livros eletrônicos se apresentam mais eficientes que um livro impresso, devido a sua interatividade com o leitor, que pode, por exemplo, ir marcando no texto as palavras chaves que mais lhe interessam, bem como trechos do livro que sejam importantes para seus estudos, ou ainda utilizar palavras como links para outras partes do livro ou imagens em vídeo ou em 3D, auxiliando e enriquecendo a construção do conhecimento do estudante de uma forma mais real. Hoje já pode-se encontrar alguns destes *E-Books*, como nos mostra BARONOFSKY(2001), apresentados no quadro IV.

Quadro IV - Relação de Livros Textos Eletrônicos.

Título	Autor(s)	Editor	Endereço na Web
Organic Chemistry	Willian Brown & Christopher Foote	Saunders College Publishing	www.sounderscollege.com
Introduction to Organic Chemistry	Willian Brown	Saunders College Publishing	www.sounderscollege.com
Organic Chemistry - Structure e Reativity	Seyhan Ege	Houghton Mifflin	www.hmco.com
Organic Chemistry	H. Hart, L. Craine & D. Hart	Houghton Mifflin	www.hmco.com
Organic Chemistry	L. G. Wade Jr.	Prentice Hall	www.prenhall.com

FONTE: BARONOFSKY(2001)

A informatização das aulas de química não poderá ficar presa somente no uso e aplicação de Ambientes Computacionais e livros eletrônicos, há também, como foi visto, necessidade de toda uma reestruturação da escola, do professor e principalmente uma adaptação do estudante que está acostumado com as aulas tradicionais, que às vezes não concordam com aulas em que o professor não está de pé em frente de uma lousa transmitindo informações, de maneira que possa ser reproduzida posteriormente, sem que tenha de produzir ou desenvolver atividades que exijam maiores desempenhos cognitivos.

Por isso a escola deverá tornar-se um centro de informação, de modo que esteja ligada na rede mundial de computadores (a Internet), recebendo periodicamente os mais novos lançamentos em relação a Ambientes Computacionais ou outras ferramentas eletrônicas destinadas à educação. O governo deverá estar investindo intensamente na capacitação e formação dos professores a fim de que deixem de ser a única fonte de informação e meros transmissores, transformando-os em agentes de orientação e coordenação da aprendizagem. Entretanto, somente a informatização das escolas, ou de uma disciplina, apesar da riqueza de conteúdos e Ambientes Computacionais desenvolvidos, não será o suficiente para mudar o quadro caótico que se encontra a educação e, inclusive, a Educação Química.

3 – ABORDAGENS PEDAGÓGICAS E A INFORMÁTICA EDUCACIONAL

3.1 – Introdução

Diversas têm sido as preocupações dos engenheiros de Ambientes Computacionais com finalidades educativas. O intenso desenvolvimento da eletrônica e informática oferecem constantemente a estes profissionais uma ampla possibilidade de enriquecimento desse tipo de material educacional. A multimídia, a hipermídia, recursos gráficos em 3D e outros vêm permitindo uma exploração multissensorial, assim como a experimentação e interação, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

Um processo educacional normalmente encontra-se inserido numa teoria, abordagem ou proposta pedagógica. Como é tratado neste trabalho do estudo de Ambientes Computacionais, verifica-se a necessidade de uma exposição das diferentes correntes filosóficas e/ou propostas pedagógicas, numa tentativa de relacioná-las com a produção dos diferentes tipos de Ambientes utilizados para aprendizagem, relacionando-os com as teorias e seus propositores.

Serão consideradas como definição dos termos, “teoria”, “abordagem” e “proposta”, para composição deste trabalho, o que AURÉLIO(1986) define: **Teoria** – conhecimento especulativo, meramente racional; conjunto de princípios fundamentais duma arte ou duma ciência; Opiniões sistematizadas; Noções gerais. **Abordagem** – ato ou efeito de abordar, abordar; tratar de, versar (tema ou assunto). **Proposta** – ato ou efeito de propor; plano ou projeto proposto. Além dessas definições, considerou-se também a definição que SAMUDIO(2000) faz de teoria, que consiste em “pensamento ordenado”, um procedimento que oferece uma explicação ou compreensão de um objeto, relações, eventos, ações, etc. com um mínimo de conceitos e princípios.

Foram elucidadas aqui somente aquelas definições consideradas relevantes para este trabalho, no qual buscou-se demonstrar as questões pedagógicas

inseridas nos Ambientes Computacionais.

O conhecimento a respeito das principais teorias pedagógicas poderá nos remeter a uma análise dos Ambientes para o ensino, sob o ponto de vista da abordagem em que estão inseridos, os canais cognitivos dos estudantes que estão sendo explorados e também sua capacidade de interação do aluno com o objeto de estudo. E, ao considerar as definições de Teoria/Abordagem/Proposta, juntamente com o termo “pedagógicas”, pode-se dizer que uma teoria/abordagem ou proposta pedagógica, é segundo SAMUDIO(2000), um conjunto de conceitos, princípios, consensos e recomendações interrelacionadas e orientadas a influenciar as atividade de ensino e aprendizagem.

Já que o estudo de Ambientes Computacionais é a abordagem principal de nosso trabalho e por tratar de um processo de ensino-aprendizagem, há a necessidade de trazer uma exposição das diferente correntes filosóficas e/ou proposta pedagógicas, com o objetivo de relacioná-las com a produção dos diferentes tipos de Ambientes de aprendizagem (como os tutoriais, exercitação e prática, simulações, jogos, etc.).

A fim de nos remeter a esta análise bibliográfica, de maneira clara e objetiva, que nos leve a interpretar as relações individuais entre aluno-professor, aluno-conteúdo, aluno-instrumento, controle da velocidade do acesso ao conhecimento e outros, foi construído o quadro V, logo abaixo, com base no que RODRIGUES(1998) nos apresenta em seu trabalho, porém, com inserção dos tipos de Ambientes Computacionais indicado a cada pressuposto teórico, com base em ALMEIDA(2000).

Quadro V – Abordagens pedagógicas x Ambientes Computacionais

Abordagem Pedagógica	Interação Aluno/ Aluno	Interação Aluno/ Professor	Tipos de Ambientes	Velocidade Aprendizagem
Tradicionalista / Behaviorista	Irrelevante	Fundamental	Tutoriais / Exercício e prática	Tradicionalista - Prof. Behaviorista - Aluno
Construtivista	Irrelevante	Importante	Planilhas de cálculo/ Editor de textos/ Gerenciador de banco de dados/ Linguagens de Programação/ Soft. de Autoria.	Aluno
Sócio – Interacionista	Fundamental	Importante	Ambiente LOGO; SADs, ITSS, Sistema Especialista, etc.	Aluno/Grupo
Cognitivismo	Irrelevante	Importante	Inteligência Artificial	Aluno

FONTE: RODRIGUES(1998)

A partir deste quadro, far-se-á a seguir uma análise das relações nele abordados, buscando sistematizar as informações.

3.2 - Tendências Naturalista e Humanista

As abordagens ou tendências pedagógicas podem estar inseridas diretamente em duas grandes correntes de pensamento: a tendência naturalista(positivismo) e a tendência humanista, que conforme nos mostra Aranha(1996) no quadro VI, pode-se verificar a inserção de cada uma das citadas no quadro anterior (V).

Quadro VI – Tendência Naturalista e Tendências Humanista

Tendência Naturalista	Tendência Humanista
Quanto à Maneira de Perceber o Fato Psíquico	
<ul style="list-style-type: none"> • Uma coisa (realidade objetiva) • Fatos descrito em sua aparência sensório motora • Ênfase na natureza orgânica dos fenômenos psíquicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Uma consciência (doadora de sentido) • Valorização do vivido, dos conteúdos anímicos e espirituais • O homem é um ser-no-mundo
Quanto à Natureza da Percepção	
<ul style="list-style-type: none"> • Associacionismo • Atomismo (sensação, percepção, idéia.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Noção de estrutura (percepção do todo) • Totalidade (não é a soma dos elementos)
Quanto à Explicação do Comportamento	
<ul style="list-style-type: none"> • Mecanicismo (o comportamento se explica pela relação causa – efeito) 	<ul style="list-style-type: none"> • Todo comportamento existe num contexto que deve ser interpretado
Quanto ao modo de Inteligibilidade	
<ul style="list-style-type: none"> • Explicação legal (por leis) e quantitativa (matematizável) • Aceitação só do que pode ser verificado experimentalmente • Limitação do método das ciências da natureza 	<ul style="list-style-type: none"> • “Compreensão” por tipo qualitativo ou modelos ideais • Aceitação de pressupostos não-verificáveis experimentalmente (por exemplo, a hipótese do inconsciente) • Procura do método próprio das ciências do homem

Fonte: ARANHA e MARTINS, 1996, p. 174

Observando estas duas grandes correntes e verificando suas diferenças, pode-se, agora, inserir as abordagens citadas, de maneira lógica e descritiva, que nos levem a interpretar as relações no quadro v.

3.3 – Abordagem Tradicionalista

O ensino “tradicionalista” por estar inserido num contexto onde o professor atua como um transmissor de conhecimento e o aluno o receptor e armazenador, de maneira que o estudante atua de forma passiva, inserido num processo mecanicista apoiado nas teorias Behavioristas, nascido em 1913 com Watson, o Behaviorismo sob influência do positivismo e “pretende atingir aquele ideal positivista pelo qual a psicologia, para se tornar ciência, precisa seguir o exemplo das ciências naturais, tornando-se materialista, mecanicista,

determinado e objetiva” (ARANHA e MARTINS, 1996, p. 169).

O positivismo é a exaltação ao saber científico, segundo o qual a “ciência é considerada o único conhecimento possível e o método das ciências da natureza o único válido, devendo, portanto ser estendido a todos os campos da indagação e atividades humanas” (ARANHA e MARTINS, 1996, p. 116).

A ascensão da burguesia, no século XIX, graças a revolução industrial propiciada pelo advento da máquina a vapor, que substituiu a força do homem no trabalho pela energia extraída da natureza, graças ao conhecimento e aperfeiçoamento humano, levou August Comte a acreditar no conceito da ciência como “um saber acabado que se mostra sob a forma de resultados e receitas”, e que, “a ciência deve assegurar a marcha normal e regular da sociedade industrial” (ARANHA e MARTINS, 1996, p. 169), dessa forma, torna-se mais importante descrever como um fenômeno ocorre, do que tentar explicar o porquê, as causas primeiras e últimas.

Da mesma forma, o processo educacional tradicionalista está caracterizado num pensamento positivista em que, conforme MISUKAMI(1986), todo o conhecimento está centrado no professor, dá ênfase aos modelos, privilegiasse o especialista e a aprendizagem se dá numa forma de transmissão de conteúdos, o aluno é um receptor passivo, capaz de repeti-los a quem ainda não os possuem. Essa abordagem possui, segundo MISUKAMI(1986), uma visão individualista do processo educacional, não possibilitando, na maioria das vezes, trabalhos de cooperação.

Este é um processo que consiste em: Memorizar definições, enunciados e leis, sínteses e resumos a partir de um esquema atomístico, e os modelos a serem alcançados estão pré-estabelecidos, as idéias relacionadas e organizadas logicamente.

A principal teoria pedagógica que dá apoio à educação tradicional estão abordadas nas idéias Behavioristas, que são voltadas para um ensino de

respostas mecânicas, recompensas ou apreensão, dependendo do acerto ou do erro dos alunos.

3.3.1 - Behaviorismo - dos primeiros associacionistas a Skinner

Behaviorismo, palavra de origem inglesa "*Behavior*", que nos arremete ao estudo do comportamento e parece projetar-nos mais para um estudo de filosofia, psicologia e ciência. Ainda intensamente em discussão, surge praticamente no início do século XX, com Watson buscando transformar a psicologia numa ciência empírica do comportamento, estabelecendo leis e hipóteses da mesma forma que as ciências naturais como as leis de Newton, para a física ou as teorias de Darwin para a evolução dos seres vivos.

Historicamente, como escreveu BLACK(1995), Aristóteles pode ser considerado um predecessor do Behaviorismo, acreditando que as associações são feitas porque os objetos que são associados são similares ou opostos, ou aproximam-se.

Ainda conforme BLACK(1995), Outros filósofos também podem ser incluídos como pré-behavioristas: Thomas Hobbes(1650) quando escreve alguns elementos fundamentais do pensamento como sensação e recordação; David Hume(1740); Thomas Brown(1920); Alexander Bain(1855) e Pavlov(1902) que através de suas pesquisas sobre o salivar dos cães, pode desenvolver o conceito do reflexo condicionado e estímulo condicionado. Em seus experimentos, o cão é condicionado a sempre que ver o prato de alimento é o momento de se alimentar (estímulo), e a salivação do cão é o que se chama, hoje, de resposta.

Como foi dito anteriormente, Watson(1948), sugere que o Behaviorismo é uma ciência que pode prever e controlar o comportamento, de acordo com BLACK(1995), e que, sendo uma ciência, a introspecção não serve de método, e só se pode estudar o que pode ser observado (GUILHARDI, 1987). Com este

posicionamento Watson gera graves polêmicas dentro do Behaviorismo, negando inclusive a existência da mente.

Thorndike(1943) formulando a "lei do efeito" afirma que a recompensa tem um efeito fortemente positivo no ser humano e a punição quase nenhum efeito. E também a "lei do exercício" afirmando que quanto mais uma atividade de estímulo-resposta for praticada mais forte se torna, e vice-versa.

B.F Skinner(1945), considerado o criador do Behaviorismo radical, tornou-se o maior defensor desta idéia, para o qual, o Behaviorismo é a **filosofia da ciência do comportamento**, desenvolveu o conceito de "condicionamento operante" e "reforço positivo", conforme pode-se ver em BACK(1995); GUILHARDI(1987); MATOS(1995). Desenvolveu diversas atividades na área da aprendizagem humana, como por exemplo as "máquinas de ensinar" (SKINER, 1975, p. 27); discutiu questões como "liberdade" e "dignidade", a crise global provocada pelo desequilíbrio ecológico, superpopulação e a dependência humana do cientificismo.

3.3.1.1 - Principais características do Behaviorismo

Poder-se-ia destacar aqui inúmeras características do Behaviorismo, desde sua origem até os dias de hoje, porém serão descritas algumas que podem ser úteis para nosso estudo, como: Estímulo-resposta, Condicionamento, Modificações do comportamento.

✓ **Estímulo resposta** – Esta é a unidade básica de partida desta ciência, na qual:

“o homem começa a ser estudado como produto do processo de aprendizagem pelo qual passa desde a infância, ou seja, como produto das associações estabelecidas durante sua vida entre estímulos (do meio) e respostas (manifestações comportamentais)” (BOCK, 1996, p.42).

Uma vez identificado o estímulo que produz determinada resposta, pode-se, conforme BACK(1995), formular conceitos do comportamento, incluindo o raciocínio, o hábito e reações emocionais, bem como, prever o comportamento de um indivíduo. Além disso, controlando os estímulos, pode-se controlar também o comportamento.

✓ **Condicionamento** - A possibilidade de controlar ou prever as ações de um indivíduo foi demonstrado pela primeira vez por Pavlov(1927), demonstrando que atividades autônomas poderiam ser condicionadas de forma a se manifestar sob um estímulo externo. O condicionamento pode ser classificado em Respondente e Operante:

a) Condicionamento Respondente - FADIMAN e FRAGER(1986) nos diz que este condicionamento se refere ao comportamento reflexo, ou seja, " é o comportamento não voluntário e inclui respostas que são produzidas por modificações especiais de estímulos do ambiente" (BOCK *et al*, 1996, p. 42). Através de modificações no meio, o comportamento reflexo pode ser condicionado, isto é, o condicionamento respondente é facilmente aprendido e manifesto. Caracteriza-se como uma forma de aprendizagem na qual uma resposta anterior é evocada por um estímulo novo; destinada mais para ser usada nos primeiros anos de desenvolvimento do que em níveis mais avançados.

b) Condicionamento Operante – "o comportamento operante é fortalecido ou enfraquecido pelos eventos que seguem a resposta. Enquanto o comportamento respondente é controlado por seu antecedentes, o comportamento operante depende do que acontece depois que o comportamento termina" Reese(1966) *apud* (FADIMAN e FRAGER, 1986, p.194). Para este condicionamento são aplicados os "reforçamentos" com o objetivo de modelar e manter um determinado comportamento. Estes reforçamentos podem ser positivos ou negativos. Um reforço positivo incentiva um comportamento desejado, enquanto um reforço negativo

elimina ou reduz uma resposta indesejada. FADIMAN e FRAGER(1986) nos informa que este é o cerne das atividades skinerianas. As principais características do condicionamento operante são: uma forma de aprendizagem na qual um resposta nova é adquirida em consequência de satisfazer uma necessidade; fornecimento de recompensas para o comportamento que mais se aproximar do que se quer; dois tipos de reforços, a fim de melhorar a probabilidade da resposta desejada; a aprendizagem humana está baseada mais no condicionamento operante do que no tradicional.

- ✓ **Modificações do comportamento** – Como visto anteriormente, o Behaviorismo busca a modificação do comportamento através de condicionamentos, estímulos e respostas, reforços positivos e negativos, de maneira que o Behaviorista tenha o controle total do que se deve aprender (ser instruído) ou não. Para executar as mudanças do comportamento de um indivíduo seguem as seguintes etapas: Ajusta os objetivos do comportamento; determina os reforços apropriados; seleciona os procedimentos de mudança do comportamento; executa os procedimentos e anota os resultados e avalia o progresso, revisando-os quando necessário.

O Behaviorismo é uma teoria que leva os indivíduos a aprenderem através de situações programadas e controladas, como se fossem instrumentos que podem ser moldados e adaptados para a execução de atividades pré-estabelecidas, desconsiderando a capacidade humana de criar e construir seu conhecimento. Estes conceitos foram abordados, a fim da compreensão das aplicações de Ambientes Computacionais, inseridos numa abordagem tradicionalista que, de certa forma, nos remete ao Behaviorismo e seu método programado de instruir.

3.3.2 - Abordagem Tradicionalista e o uso dos Ambientes Computacionais.

Nesta abordagem pedagógica, observa-se que o computador foi planejado para ser usado como uma máquina de ensinar, emprega os conceitos de instrução programada. O conteúdo a ser ensinado deve ser subdividido em módulos, estruturados de forma lógica, de acordo com a perspectiva pedagógica de quem planejou a elaboração do material instrucional. No final de cada módulo, o aluno deve responder a uma pergunta, cuja resposta correta leva ao módulo seguinte. Caso a resposta do aluno não seja correta, ele deve retornar aos módulos anteriores até obter sucesso. (ALMEIDA, 2000, p.24).

Neste caso, conforme ALMEIDA(2000), o programa de ensino é o mesmo, a única diferença é o modo de transmitir informações, que se dá através de microcomputadores e de programas do tipo CAI (Instrução Auxiliada por Computador) ou ICAI (Instrução Inteligente Auxiliada por Computador). Os "tutoriais" e "exercícios e prática" são, conforme nos informa SILVA (1998), os Ambientes que mais se enquadram no EAC (Ensino Assistido por Computador) e que, portanto, atende às características desta abordagem pedagógica.

Como as relações entre aluno e professor são verticalizadas, sendo o professor o detentor do poder decisório, compete-lhe informar ao aluno a forma de interação que deverá ter com o microcomputador, bem como com o ambiente. Para que o professor descubra o que o educando está conseguindo desenvolver, ou para provocar reflexões significativas, "é preciso que ele acompanhe todos os passos da exploração e questione exaustivamente o aluno" (ALMEIDA, 2000, p.26), ficando portanto, por conta do professor o desempenho do aluno, bem como sua velocidade de aprendizagem.

"As relações sociais são quase que praticamente suprimidas e a classe permanece intelectual e afetivamente dependendo do professor" (MISUKAMI, 1986, p.15), por isso as relações entre os alunos se tornam irrelevantes.

O desenvolvimento da tecnologia tem permitido, inclusive, o uso de outros tipos de ambientes para o ensino, que utilizam, por exemplo, sistemas de multimídia, banco de informações (como as enciclopédias em CD-Rom), ou até mesmo aplicativos de autoria, como o Linkway, Super Link, VisualClass ou o ToolBook, que muitas vezes, o professor os utiliza simplesmente como mais uma ferramenta instrucional, de forma que o aluno tenha que obter informações de um modo, às vezes até mais agradável, porém sob os mesmos critérios de receber as informações fragmentadas, sistematizadas e reproduzidas de maneira mais "informatizada" sob ordens e orientação do professor.

3.4 - Abordagem Construtivista.

Os diversos períodos de desenvolvimento do pensamento humano foram marcados por postulados complexos, exagerados, mal definidos e aceitos ou não. Às vezes extremamente combatidos por pensadores de outras correntes.

Como visto no quadro VI, a Idéia Naturalista faz do homem um objeto da natureza capaz de ser modelado, descrito e atomizado, tirando-lhe o poder de criação e de consciência, enquanto o pensamento humanista trata o homem como um ser em desenvolvimento mental, numa construção constante.

Em relação ao desenvolvimento mental, sob um ponto de vista humanista, conforme visto em BOCK(1996) *et al*, essa construção está relacionada com o aparecimento gradativo das estruturas mentais, que vão se formando e aperfeiçoando, de maneira que se caracterize um estado de equilíbrio superior iniciado na infância e solidificando na fase adulta, permanecendo ao longo de sua vida sustentando sua vida afetiva e as relações sociais, tornando o "homem um ser-no-mundo" (ARANHA, 1996, p. 169).

Com a finalidade do entendimento do conhecimento como algo que acontece pela ação do homem sobre o objeto no seu interior através das construções de estruturas cognitivas, de forma autônoma e individualizada, estar-se-á, a partir

de agora, demonstrando as teorias e pensamentos que levaram à elaboração de uma abordagem construtiva do conhecimento.

3.4.1 - A teoria do Conhecimento de Jean Piaget

Como pode-se ver em PELLEGRINI(2001), Jean Piaget, que apesar de não estar na área da pedagogia, elaborou uma teoria do conhecimento, voltada mais para a epistemologia genética do conhecimento do que para fins pedagógicos, fornecendo, porém, aos educadores, importantes princípios para orientá-los em sua prática de ensino.

Dentre estes princípios, destacam-se alguns que parecem ser úteis neste trabalho: Adaptação do conhecimento numa interação entre assimilação e acomodação; construção de estruturas e de esquemas para comportar os novos conhecimentos; os estágios de desenvolvimento da inteligência. Reforçando que esta teoria está basicamente apoiada no pressuposto de que da experiência nasce o conhecimento.

SILVA(1998) nos mostra que, em relação à teoria de Piaget, a inteligência é, antes de tudo, adaptação que ocorre no equilíbrio entre o organismo e o meio ambiente, resultante de uma interação entre assimilação e acomodação. Sendo a assimilação e acomodação os motores da aprendizagem, no qual, pela assimilação ocorrem as mudanças quantitativas no indivíduo através da incorporação de elementos do meio a si próprio. E as mudanças qualitativas pelas acomodações, que modificam os esquemas existentes.

Segundo ARNONI(1993) o processo de construção da inteligência é decorrente de esquemas de estruturas cognitivas formados pela interação (organismo x meio) e pelas construções (esquemas mais simples em esquemas mais complexos). Assim que ocorre a assimilação de um novo evento, ocorre também a acomodação (compreensão do novo). Ocorrendo a acomodação, pode-se dizer que está surgindo, quase imperceptivelmente, novas estruturas

que garantem o caráter gradual do desenvolvimento cognitivo.

Este processo de construção ocorre, conforme nos informa BLOCK(1996) *et al*, em estágios de desenvolvimento, segundo uma lógica das construções mentais, divididos em períodos, conforme vê-se no quadro VII, onde foram representados estes períodos e houve uma relação com o desenvolvimento do pensamento e da inteligência, de acordo com FARIA(1997), demonstrando que a cada estágio o indivíduo desenvolve uma capacidade mental, buscando ao longo de sua infância o desenvolvimento cognitivo ao lado de seu desenvolvimento biológico.

Quadro VII - Estágios de Desenvolvimento da Inteligência

Nível Evolutivo ou Estágio	Processos Formadores	Pensamento (Inteligência)	Linguagem
Período Sensório Motor (de 0 - 2 anos)	Equilibração entre assimilação e acomodação	Esquema sensório motor - percepções e ações	Índicio - palavra na presença do objeto(no final do período)
Período Pré Operatório - representativo simbólico (de 2 a 7 anos)	Equilibração incompleta entre assimilação e acomodação (fase preparatória)	Esquema simbólico - imagens	Semi-signo - palavra na ausência do objeto, acompanhando sua imagem
Período das operações concretas - representativo conceitual (de 7/8 - 11 anos)	Equilibração entre assimilação e acomodação	Estrutura mental - classes, séries, relações causa-efeito, etc.	Signo - palavra na ausência do objeto, substituindo classes, séries, etc.
Período das operações formais - capacidade de abstrações (acima de 12 anos)	Equilibração instável entre assimilação e acomodação	Livre exercício de reflexão - realiza operações no plano das idéias.	Domínio completo da linguagem

Fonte: (FARIA, 1997, p.14) e (BOCK *et al*, 1996, p. 84-90)

Observa-se até aqui, bem como o que foi representado no quadro acima, que Piaget conseguiu, segundo AZENHA(1997) responder intrigantes questões da filosofia em relação ao conhecimento, como por exemplo: o que é conhecimento, como se chega a ele e como se passa de um tipo a outro qualitativamente superior.

Opôs-se à idéia de que os "estímulos externos seriam os únicos responsáveis

pelo desenvolvimento mental e pelos conteúdos resultantes das reações ou respostas a eles" (AZENHA, 1997, p. 20), caracterizando o conhecimento como "a existência de uma organização própria dos sujeitos da experiência sensível, que faz com que esteja submetida à atividades internas do sujeito" (*Ibidem*), ou seja, o conhecimento para Piaget é algo que acontece no interior do sujeito, pela experiência e não meramente por "estímulos".

3.4.2 - A Teoria do Construtivismo na Educação Escolar

Como já foi dito, a concepção construtivista não é uma teoria pedagógica, mas um referencial, cujos princípios integram contribuições para construção de uma educação socializadora, como nos diz Coll e Söllé:

"A concepção construtivista da aprendizagem e do ensino parte do fato óbvio de que a escola torna acessíveis aos seus alunos aspectos da cultura que são fundamentais para seu desenvolvimento pessoal, e não só no âmbito cognitivo; a educação é motor para o desenvolvimento, considerado globalmente, e isso também supõe incluir as capacidades de equilíbrio pessoal, de inserção social, de relação interpessoal e motoras" (COLL e SOLLÉ, 1998, p.19)

Nesse sentido percebe-se que o construtivismo é antes de mais nada uma abordagem pedagógica socializadora, que busca o desenvolvimento global do indivíduo, colocando-o na sociedade como um cidadão ativo e participativo, certamente pelo seu caráter ativo da aprendizagem, a qual é fruto de uma construção pessoal.

"A aprendizagem contribui para o desenvolvimento na medida em que aprender não é copiar ou reproduzir a realidade. Para a concepção construtivista, aprendemos quando somos capazes de elaborar uma representação pessoal sobre um objeto da realidade ou conteúdo que pretendemos aprender" (COLL e SOLLÉ, 1998, p.19).

Então, quando nos tornamos capazes de interpretar os novos significados "construções", pode-se dizer que modificamos o que já possuíamos, bem como interpretamos de forma eficaz o novo, adquirindo uma aprendizagem significativa, que aparecerá nas mudanças de comportamento diante do convívio social e afetivo.

Porém, para que um estudante possa construir um conhecimento significativo, faz-se necessário que se tenha um professor que trabalhe com o intuito de **orientar** e não simplesmente **transmitir** informações. Como descreve ARNONI(1993), o trabalho docente é complexo e solicita requisitos específicos para que se realize de forma construtiva, portanto, "o educador é aquele que cria condições para o processamento da atividade educativa, proporcionando ao educando condições necessárias para o seu desenvolvimento" (ARNONI, 1993, p.10).

Já que o professor se torna o responsável pela organização dos recursos, didáticos e pedagógicos, e pela orientação do aluno, para que ele seja o protagonista da construção de seu conhecimento, cabe a esse docente, elaborar ou acompanhar o desenvolvimento de materiais didáticos que colaborem com a interação do aluno com o meio, já que esta interação é o principal pressuposto da construção do aprendiz.

3.4.3 - O Construtivismo e a Informatização do Ensino

Quando foi dito que o docente deve acompanhar ou desenvolver materiais didáticos, deseja-se à necessidade da interferência deste profissional na produção de instrumentos que são produzidos com a finalidade de auxiliar o professor em suas atividades docentes.

Os projetistas de Ambientes Computacionais, atualmente, muito têm se esforçado para direcionar a produção deste tipo de instrumento para uma abordagem construtivista. Tendo em vista que o ambiente pode permitir ao

aluno construir mundos imaginários, reconstruir histórias vividas e vivenciar interativamente os conteúdos, faz-se necessário que o projetista tenha o devido conhecimento da abordagem construtivista, ou que seja auxiliado por alguém que o possua.

A interatividade de um estudante com o conteúdo que deve aprender, conforme fala AKERMAN(1993), provocam construções que evocam ou espelham suas próprias atividades, concordando com MIRAS(1998), que nos ensina que o construtivismo é uma abordagem de ensino que busca explorar a história de vida do próprio estudante, e que as novas construções são feitas a partir das antigas.

Quando um Ambiente Computacional é utilizado buscando a interatividade do aluno com o conteúdo, espera-se que este ambiente possibilite, conforme ALMEIDA(2000), a construção do conhecimento e desenvolvimento do aluno, propiciando-lhe condições de explorar seu potencial intelectual no desenvolvimento de idéias e de realizar sucessivas ações, reflexões e abstrações segundo o ciclo descrição - execução - reflexão - depuração (ALMEIDA, 2000, p. 40), que permite ao aluno criar seus próprios modelos intelectuais.

Com a intenção de atender a possibilidade da construção do conhecimento com uso da informática, uma grande quantidade de jogos interativos, ambientes educacionais e materiais curriculares, sob o pretexto de aprendizagem interativa e construtivista foram disponibilizadas para uso em casa e nas escolas.

Na busca da aprendizagem significativa com o uso do computador, os alunos resolvem problemas significativos, utilizando, por exemplo:

"aplicativos como processador de texto, planilha eletrônica, gerenciador de banco de dados, ou mesmo uma linguagem de programação que

favoreça a aprendizagem ativa - isto é, que favoreça a aprendizagem ao aluno a partir de suas próprias ações (físicas ou mentais). (ALMEIDA, 2000, p.32)

O aluno pode também utilizar os Ambientes Computacionais conhecidos como sistema de autoria, para construir, por exemplo, conhecimento de forma cooperativa. Dentre os mais conhecidos são: ToolBook II, VisualClass ou o Everest.

A relação entre aluno professor se faz importante, devido ao fato de que o "professor precisa compreender o processo mental do aluno" (ALMEIDA, 2000, p.33) e o conhecimento não é fornecido ao aluno para que ele dê as resposta. É o aluno que coloca o conhecimento no computador e indica as operações que devem ser executadas para produzir a resposta desejadas e como nos fala Vieira:

"A interação aluno-computador precisa ser mediada por um profissional – agente de aprendizagem – que tenha conhecimento do significado do processo de aprender por intermédio da construção de conhecimento, para que ele possa intervir apropriadamente na situação, de modo a auxiliá-lo no processo" (VIEIRA F, 1999).

Uma vez que o aluno, na abordagem construtivista, é protagonista da construção de seu conhecimento, e sua história de vida é o ponto de partida para elaboração de novas estruturas. Atividades desenvolvidas cooperativamente com outros alunos se tornam irrelevantes na construção de conhecimento, apesar de pesquisadores construtivistas como Vygotsky e outros que serão vistos a seguir, não concordarem com este ponto de vista.

Ainda, "quando se trabalha sob a ótica da aprendizagem ativa, a interação que se estabelece entre as ações do aluno e as respostas do computador, promove a participação ativa do aluno. E ele torna-se autor e condutor do

processo de aprendizagem"(ALMEIDA, 2000, p.34). Portanto o aluno é o controlador de sua velocidade de aprendizagem, e decide quando e o quanto se deve aprofundar nos conteúdos que pretende (deve) aprender.

Na busca de uma educação socializadora, democrática e autônoma que permita ao aluno ser o centro do processo ensino-aprendizagem, a abordagem construtivista analisada até o momento, proporciona um entendimento de que esta abordagem remete para o que se busca: um ensino centrado no aluno, que o torne capaz de criar e encontrar seus próprios caminhos, a fim de se tornar um cidadão-no-mundo e para o mundo. Tendo discernimento dos fatos.

3.5 - Sócio Interacionismo

Enquanto Jean Piaget desenvolvia uma teoria do conhecimento, calcada na Interação entre assimilação e acomodação, de forma que estes conceitos passaram a ser os motores da aprendizagem, na qual toda vez que um novo conhecimento é entendido pelo indivíduo, automaticamente ocorre uma reconstrução de toda sua estrutura de conhecimentos. Este processo passa a ser conhecido no meio pedagógico também como **Interacionismo**. Lev Vygotsky desenvolvia uma teoria, também considerada construtivista, na qual a aquisição do conhecimento acontece em função da interação do seu "eu" com um mundo exterior, tendo por base o desenvolvimento do indivíduo como um processo sócio-histórico.

Na visão de Vygotsky "o homem não é um ser passivo (...), é um ser ativo que age sobre o mundo, sempre em relações sociais, e transforma essas ações sociais para que constituam o funcionamento de um plano interno" (BOCK *et al*, 1996, p.91), pois, é na troca entre as pessoas que ocorre a reestruturação das funções superiores.

Por isso, concordando com ONRUBIA(1998), que nos mostra que o conceito ensino (atuação externa na concepção construtivista) ocorre como uma ajuda

ao processo aprendizagem. Esta ajuda, segundo ONRUBIA(1998), deve estar sincronizada ao processo de construção do aluno, conectada aos seus esquemas de conhecimento de maneira que seja capaz de auxiliar na sua reestruturação.

A ajuda que um professor pode oferecer ao estudante está no fato de organizar suportes ou instrumentos de ajuda, desde aspectos físicos, como salas de aula e equipamentos, até horários e organização de agrupamentos, que possam auxiliá-lo na compreensão a partir da realização de tarefas compartilhadas ou apoiadas, a fim de incrementar sua atuação autônoma sobre o objeto de aprendizagem. Isto é, "seu objetivo é que os instrumentos e recursos de apoio utilizados pelo professor para que o aluno possa, com sua ajuda, ir além do que seria capaz individualmente" (ONRUBIA,1998, p.126), e, claro, serem progressivamente retirados, até que seus esquemas estejam modificados, e possa enfrentar situações similares adequadamente sozinho.

A ZDP (Zona de Desenvolvimento Proximal), é para Vygotsky a capacidade potencial de aprendizado e desenvolvimento que um estudante possui, e pode se desenvolver com a ajuda de outra pessoa (professor ou colega de classe) que esteja num estágio superior de aprendizado, ou seja, "o espaço no qual, graças à interação e à ajuda de outros, uma pessoa pode trabalhar e resolver problema ou realizar uma tarefa de uma maneira e em um nível que não seria capaz de ter individualmente" (ONRUBIA,1998, p.126).

Nesta abordagem de ensino/aprendizagem, a relação aluno-professor se torna fundamental, visto ser o professor, neste caso, alguém com habilidades e saberes mais competentes que os alunos, com o papel de criar e organizar procedimentos de aprendizagem de forma individual ou em grupo. Portanto: "Exercer a função de professor (atuando na ZDP) implica assistir o aluno proporcionando-lhe apoio e recursos, de modo que ele seja capaz de aplicar um nível de conhecimento mais elevado do que lhe seria possível sem ajuda" (FINO, 2001).

Quando foi dito que o professor tem o papel de organizar a aprendizagem em grupo, e, esta é uma abordagem na qual as interações sociais são fundamentais, em que a aprendizagem depende das relações sociais que um indivíduo possui com outro, cujo grau de informação é maior, observa-se que, como ensina ONRUBIA(1998), a cooperação entre os alunos é fundamental, visto que a relação entre os colegas de turma seja relativamente assimétrica, não chegando a ser tão grande quanto na relação aluno/professor, tanto no grau de informação e competência quanto em nível de autoridade.

HATANO(1993) *apud* FINO(2001) propõe as seguintes asserções sobre as características dos aprendizes para que possam corresponder a uma concepção vygostkiana construtivista:

- a) os aprendizes são ativos, gostam de ter iniciativa e de escolher entre várias alternativas;
- b) os aprendizes são tão ativos como competentes na tarefa da compreensão, sendo possível que construam conhecimento baseado na sua própria compreensão, ultrapassando esse conhecimento a informação disponibilizada pelo professor, ou indo mesmo além da própria compreensão do professor;
- c) a construção de conhecimento pelo aprendiz é facilitado pelas interações horizontais(estudantes ou pessoas que estejam no mesmo nível) e pelas interações verticais(professores ou tutores, pressupostos detentores da informação ou respostas dos problemas);
- d) a disponibilidade de múltiplas fontes de informação potencializa a construção de conhecimento.

Verifica-se que o processo de aprendizagem acontece da interação com o mundo e com outros. Esta interação pode ser mediada por "artefatos e ferramentas cultural e socialmente construídas" (FINO, 2001), inclusive Ambientes Computacionais, o que é demonstrado a seguir.

3.5.1 - Sócio-Interacionismo e o Ambiente Computacional como Recurso de Interação.

Procurando inserir as ferramentas mediadoras da construção de conhecimento nas teorias Vygotskianas, diversos Ambientes têm sido produzidos ou utilizados, principalmente, com a finalidade de facilitar a cooperação e a colaboração entre estudante e professores com os mesmos objetivos. Assim, conforme pode-se ver em FINO(2001), um ambiente adequado aos pressupostos desta teoria, deve dar acesso a micromundos que permitam uma atividade:

- ✓ que estimule o desenvolvimento cognitivo, permitindo a manipulação, com a ajuda de um outro mais capaz(colega de classe ou professor), de um conhecimento mais elevado do que aquele que cada aprendiz poderia manipular sem ajuda(ZDP);
- ✓ que considere a existência de tantas ZDPs, presumivelmente dessincronizadas, quantos os aprendizes em presença;
- ✓ que permita a colaboração, igualmente significativa em termos de desenvolvimento cognitivo, entre aprendizes empenhados em realizar a mesma tarefa ou desenvolver o mesmo projeto;
- ✓ que estimule transações de informação em que os outros possam funcionar como recursos;
- ✓ que estimule uma atividade metacognitiva, que acontece com maior intensidade quando o aprendiz atua como tutor;
- ✓ que permita a criação de artefatos que sejam externos e partilháveis com os outros;
- ✓ que favoreça a negociação social do conhecimento (que é o processo pelo qual os aprendizes formam e testam as suas construções em diálogo com outros indivíduos e com a sociedade em geral);
- ✓ que estimule a colaboração com os outros (elemento indispensável para que o conhecimento possa ser negociado e testado).

Assim, conforme conclui FINO(2001), o ambiente adequado à esta teoria é o

que permite ao estudante uma exploração diversificada, no qual possa ter o controle sobre o curso dos acontecimentos, bem como decidir a seqüência de sua aprendizagem. E, principalmente, que não tenha sido elaborado com a finalidade de "ensinar" ou "transmitir" informações, e menos ainda, que tenha um sistema de "promoção" pelos acertos ou "punição" pelos erros. Ao contrário, que possa, a partir do erro, criar novas oportunidades de aprendizagem.

A fim de sucintar estes ambientes de mediação, serão apresentados seguir alguns Ambientes que caracterizam a criação da ZDP e o uso deste tipo de instrumento como meios de interação.

I - O ambiente LOGO - LOGO é uma proposta construcionista e linguagem de programação desenvolvida por Papert com a finalidade de se contrapor à abordagem instrucionista CAI. Para Papert, conforme vimos em ALMEIDA (2000), esta atividade de programação permite observar e descrever ações do aluno enquanto ele resolve problemas que envolvam abstrações, aplicação de estratégias, estruturas e conceitos, transformando ações em conhecimento, encontrando caminhos possíveis, ao mesmo tempo que "proporciona aos que o observam elementos para melhor compreender o processo cognitivo" (MANTOAN, 1995 *apud* ALMEIDA, 2000, Pp.62).

RIPPER(1994) verificou se o ambiente LOGO poderia alterar modos como uma criança aprende a linguagem escrita e o conceito de número.

"O ambiente LOGO é entendido não apenas como um computador com a linguagem LOGO, mas como um "lugar" onde as relações dialógicas entre crianças e/ou adulto(s) e o LOGO criaria condições favoráveis ao desenvolvimento de processos de pensamento de nível superior, como análise, representação e descrição para o outro de suas idéias" (RIPER, 1994)

Sua expectativa era que a construção de significados nas ações mediadas por esta linguagem proporcionasse uma dinâmica melhor nas atividades dialógicas entre os envolvidos no processo. Apesar de suas conclusões serem provisórias, acredita-se que ainda resta muito o que se analisar quanto a mediação instrumental e a ZDP, pois no caso de seu experimento, percebe-se que houve uma maior intermediação professor/aluno do que computador(LOGO)/aluno, devido principalmente ao fato de que o estudante, e até mesmo o professor necessita aprender a se relacionar com este instrumento.

II - Sistema Instrucional Inteligente (ITS - Intelligente Tutoring System) -

Como afirma ROSAS e STRASSER(1998), ITS é um Ambiente Computacional baseado em Sistemas Especialistas que armazena o conhecimento de pedagogos especialistas. Estes sistemas possuem capacidades de avaliar os estudantes e tomar decisões segundo as características individuais, adaptando-se às necessidades de cada aluno.

Em sua proposta de um Modelo para o Desenho de Sistemas Instrucionais Inteligentes ROSAS e STRASSER(1998) propõe a criação de um sistema que busca integrar a avaliação e instrução do estudante com a assessoria do professor, através de sugestões instrucionais na modificação do sistema, atuando, dessa forma, na Zona de Desenvolvimento Potencial do estudante, ao adaptar-se constantemente em seu potencial de aprendizagem e também na ZDP do professor, quando ele transmite este conhecimento especialista ao sistema especialista.

A principal relação que pode-se fazer deste Modelo de Ambiente com a abordagem Sócio-interacionista é que o estudante está sempre remodelando sua ZDP, graças à interação de seu professor. O principal papel do professor "especialista" é criar, na máquina, condições para que o estudante possa ir construindo seu conhecimento, com interação com o computador, sem que seja punido ou promovido, uma vez que o aplicativo faz sugestões para o

caminho mais adequado, trabalhando, de certa forma, numa construção cooperativista.

III - SAD - Sistema de Apoio ao Diálogo - Agentes Mediadores de Diálogo

- Conceitos da psicologia sócio-histórica de Vygotsky e de Agentes (existente na área de Inteligência Artificial) são combinados na proposta de um Ambiente Computacional didaticamente ativo para mediação de diálogo entre estudantes.

NISSEN(1995) *apud* KOMOSINSK(2000) *et al*, apresentam as características que devem ter um ambiente didaticamente ativo: autonomia, habilidade de comunicação, capacidade de raciocínio e cooperação, confiabilidade, sociabilidade, veracidade, mobilidade, racionalidade, pró-atividade e adaptabilidade, bem como, permitir que os agentes controlem as ações, tomem as decisões necessárias e adaptem suas ações baseadas no conhecimento adquirido sem a intervenção explícita de uma pessoa, promovendo alterações significativas dos participantes do diálogo.

Desta forma, a proposta de KOMOSINSK(2000) *et al* para o Sistema SAD (Sistema de Apoio ao Diálogo) procura seguir as seguintes diretrizes pedagógicas:

- I. estimular a interação entre os participantes do processo de ensino/aprendizagem;
- II. permitir a mediação automatizada e humana dos diálogos;
- III. induzir o diálogo na direção de uma discussão tematizada;
- IV. qualificar o diálogo através do apoio aos participantes, auxiliando-os no processo de construção de conceitos científicos;
- V. induzir a aprendizagem através de processos que vinculem os conceitos científicos na forma de relações complexas;
- VI. possibilitar a reflexão metacognitiva por meio da análise histórica da dinâmica dos diálogos, especialmente a dinâmica das relações complexas.

Assim o SAD, como nos informa KOMOSINSK(2000) *et al*, é um instrumento que permite aos educadores produzirem Zona de Desenvolvimento Proximal nas atividades intelectuais, fomentando o desenvolvimento de habilidades mentais existentes, durante diálogos viabilizados pelas tecnologias de informática e de comunicação como a Internet, durante os "bate-papos" dos estudantes nos sistemas como os "*chats*".

Além destes diferentes tipos de Ambientes Computacionais, que se enquadraram na abordagem sócio interacionista, não se deve deixar de citar a Internet, principalmente como geradora de diálogos síncronos(*chats*, por exemplo) ou assíncronos(*e-mails*, fóruns e outros), o hipertexto ou a multimídia que conseguem produzir ferramentas que tornam possível a construção do conhecimento mediado pelo computador, porém interagindo com outros.

3.6 - Cognitivismo

De maneira geral, esta pode ser considerada como uma abordagem interacionista, voltada para os "processos centrais" do indivíduo, tais como os processos de: compreensão, transformação, armazenamento e utilização das informações, estilos de pensamento ou estilos cognitivos e principalmente ao de organização do conhecimento, devido, inclusive, ao dinamismo da reestruturação dos esquemas, de maneira que, o que é assimilado o é a um esquema anterior.

Dessa forma, diz-se que a aprendizagem é um elemento que provém de uma comunicação com o mundo e se acumula sob a forma de conteúdos cognitivos. Estes conteúdos cognitivos são significados que um indivíduo estabelece em relação ao mundo que vive e age. Podendo inclusive estabelecer relações entre os significados, ou seja, a partir de elementos cognitivos já existentes, é possível que um indivíduo incorpore novos conhecimentos e, progressivamente, reorganize, armazene ou utilize estas novas informações.

Visto que o indivíduo necessita da interação com o mundo para incorporar novas informações, pode-se dizer que esta aprendizagem deve ocorrer numa atitude de "investigação" por parte do estudante, de forma que, conforme escreveu BOCK(1996) *et al*, se utilize do método da descoberta, no qual o aprendiz percorre o caminho da descoberta científica, investigando perguntas, experimentando e descobrindo. Buscando a compreensão dos fatos e entre as idéias, sempre de modo que o conteúdo aprendido possa ser transferido para novas situações similares.

Como todo processo de investigação, o estudante necessitará de condições de "trabalho" como técnicas e horários flexíveis e adaptáveis às condições dos alunos, respeitando o ritmo de aprendizagem individual ou do grupo, com atividades e materiais de ensino suficientemente diversificados, a fim de atender aos diferentes estilos de aprendizagem. Por isso, o professor deverá:

- ✓ estruturar os conteúdos de ensino a partir dos conceitos mais gerais e essenciais, para, a partir daí, os estudantes aumentarem gradativamente o grau de complexidade;
- ✓ propor problemas sem dar as respostas, orientando-os e dando-lhes autonomia e controle;
- ✓ reconstituir com o aprendiz o caminho de seu raciocínio, para encontrar o momento do erro e, a partir daí, reconduzi-lo ao raciocínio correto;
- ✓ apresentar o conteúdo em termos da visualização que o estudante tem das coisas;
- ✓ traduzir a linguagem da ciência para a linguagem do aluno e vice-versa;
- ✓ valorizar, para fins de avaliação, não o produto final mas sim o processo, a fim de verificar se o estudante adquiriu noções de operações, estabeleceu relações e tornou-se capaz de aplicar as informações adquiridas na investigação das novas situações.

Portanto, fica claro que esta abordagem inclui um processo mais amplo de desenvolvimento de estruturas mentais, procurando desenvolver a inteligência

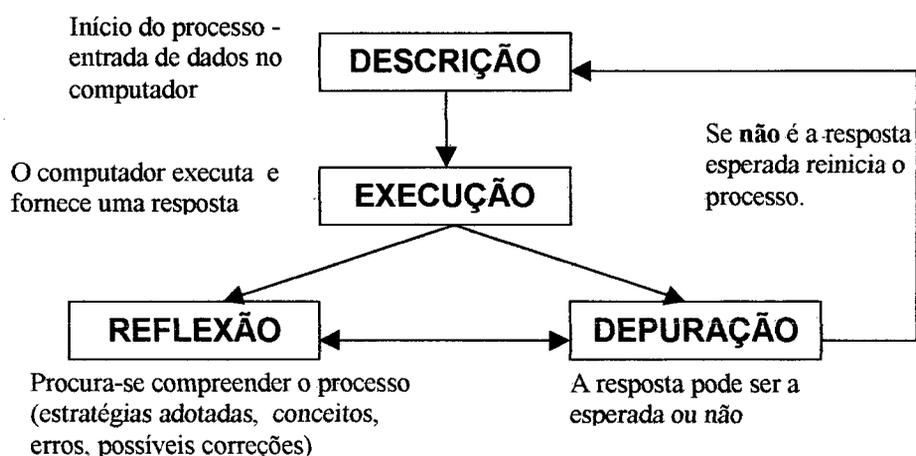
e priorizando as atividades do sujeito, considerando-o inserido numa situação social, na qual ele deve agir com finalidade de descoberta e aquisição de experiência tornando-se uma fonte de conhecimento.

3.6.1 - O Cognitivismo e o Uso de Instrumentos Informatizados

Como visto na abordagem cognitivista, o processo de ensino/aprendizagem deve oferecer ao aluno a "possibilidade de aprender por si próprio, oportunidades de investigação individual, possibilitando-lhe todas as tentativas, todos os tateios e ensaios que uma atividade real pressupõe" (MISUKAMI, 1986, p.73), assim, um ambiente para atender às características desta abordagem de aprendizagem não pode dar respostas prontas, como encontrados nos Ambientes de Instrução Assistido por Computador(CAI).

Os Ambientes Computacionais devem ser adaptados ao estudante de maneira que se processe o ciclo "descrição - execução - reflexão - depuração", conforme sintetizado na figura 1, a seguir.

Fig.1 – Título - Ciclo: Descrição – execução – reflexão – depuração



Fonte: Adaptado de (ALMEIDA, 2000, p. 44)

Para que estes Ambientes sofram esta adaptação e deixem de ser utilizados apenas como instrumentos de instrução programada, técnicas de Inteligência

Artificial são utilizadas a fim de melhorar a qualidade e eficiência desses sistemas. ULBRICHT(1997) *apud* SILVA(1998) sugere que estes sistemas sejam desenvolvidos levando em consideração algumas exigências específicas, como:

- ✓ concepção de modelos de domínios de conhecimentos e de raciocínio com finalidade de comunicação, resolução de problemas pedagógicos e aquisição de conhecimento;
- ✓ compreensão e geração de linguagem natural;
- ✓ comunicação homem-máquina, principalmente em relação à concepção de sistemas interativos que têm por objetivo tarefas de aprendizagem com aspectos fortemente cognitivos;
- ✓ formação de agentes humanos (professores/alunos) levando em conta o estado de conhecimento, as informações incompletas, incorretas e incertezas, bem como as noções sobre aprendizagem;
- ✓ criação de sistemas adaptativos e evolutivos, adaptando seu usuário levando em conta sua evolução;

Estes sistemas, ainda segundo a autora, possuem quatro módulos: i - Especialista (contém o conhecimento a ser transmitido); ii - Modelo do estudante (onde é armazenado os passos do estudante durante o processo de aprendizagem); iii - Tutor (contém estratégias e regras para resolução dos problemas); iv - Interface com o usuário (encarregado de interpretar as ações do estudante e repassá-las ao sistema).

Isso pode levar o aluno a utilizar o ambiente, refletir sobre o processo empregado, a encontrar erros cometidos e corrigir o programa (se for o caso de programação) até fechar o ciclo descrito acima.

Conclui-se neste capítulo que no processo educacional, normalmente, privilegia-se uma ou outra abordagem/teoria ou proposta pedagógica que estão implícitas ou explícitas nos sistemas de ensino, com uso ou não da Informática

Educacional. Como nos ensina SILVA(1998), deve-se evitar os reducionismos destas teorias e estar aberto a novas contribuições, uma vez que a realidade educacional é complexa e multidimensional.

Por isso, embora tenha sido feita uma descrição e sua relação com os Ambientes Computacionais, não basta apenas inserir o uso desse ambiente, do computador ou de uma nova tecnologia numa abordagem pedagógica, faz-se necessário também analisar outros aspectos como os que nos mostra MURPHY(1998) ao se reportar à sigla ACTIONS (acesso, custo, pedagogia, organização, novidade e velocidade), que Tony Bates utiliza:

- ✓ Acesso - Como uma tecnologia pode ser considerada educacional e como um grupo poderá ter flexibilidade de acesso a esta tecnologia?
- ✓ Custo - Qual o custo desta tecnologia e o custo por estudante?
- ✓ Pedagogia - Quais os tipos de aprendizagem são necessários? Quais as melhores práticas pedagógicas e em que estas tecnologias podem apoiar quem esta ensinando e aprendendo?
- ✓ Interatividade - Que tipo de interação ela propicia? E a facilidade de uso? O quanto um aluno deve ser controlado?
- ✓ Organização - Quais são as exigências organizacionais? Quais as mudanças a serem feitas?
- ✓ Novidades - Como é esta nova tecnologia? O que realmente ela traz de novo?
- ✓ Velocidade - os cursos poderão ser mais rápidos? Os materiais poderiam ser substituídos mais depressa?

Além disso, como alerta REEVES(1997), deve-se considerar que as inovações tecnológicas para educação são anunciadas como efetivas, porém, muitas vezes, são estratégias de interesses empresariais que subscrevem o desenvolvimento da Educação Baseada em Computador para continuarem investindo e comercializando seus produtos.

Deve-se estar atento, também, para a qualidade desses produtos, utilizados como renovadores dos processos educacionais, pois como aponta REEVES(1997), as avaliações da qualidade e efetividade dos Ambientes Computacionais são reduzidos a estatísticas que valorizam custos de hardware e software, relação estudantes-computador ou tempo que um estudante tem acesso ao computador por dia. Outros problemas com o uso destes instrumentos está na maneira que são avaliados, "utilizando relatórios de avaliação no formato de relatório de pesquisa de ciências sociais "(REEVES, 1997).

Quando os próprios professores criarem sistemas de avaliação, que comuniquem resultados em formatos acessíveis ao maior número de interessados possíveis, estes problemas poderiam ser resolvidos. Para isto REEVES(1997) propõe dimensões pedagógicas que poderiam ser seguidas para esta avaliação.

Por isso o próximo capítulo deste trabalho será uma revisão a respeito das avaliações de Ambientes Computacionais, buscando a melhor forma de avaliar os programas escolhidos para este projeto.

4 – AVALIAÇÃO DE AMBIENTES COMPUTACIONAIS

4.1 – Introdução

Acontece, atualmente, uma enorme expansão, quantitativa, na implementação dos Ambientes Computacionais com fins pedagógicos. Alguns desses programas são desenvolvidos, como objetos de pesquisa em cursos de especialização em nível de mestrado ou doutorado, ou por pesquisadores em projetos de aplicações destes novos recursos de ensino e aprendizagem e, ainda, por instituições ou pessoas, que se aproveitam do momento em que a escola busca sua inserção no mundo informatizado, com meros fins lucrativos.

Independente da origem do ambiente, há a necessidade, para seu uso pedagógico, de avaliação da usabilidade desse instrumento por parte do docente que pretende utilizá-lo. Entende-se por "usabilidade", como pode-se ver em BARBOSA(2000) *et al* ao se referir à ISO 9241, "a extensão em que um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação num contexto específico de uso".

Uma vez que será usado, como recurso de ensino, buscando complementar suas aulas ou auxiliar seus alunos na aprendizagem de sua disciplina, deve-se buscar através da avaliação o potencial de seus recursos técnicos, pedagógicos e ergonômicos.

O presente capítulo centra-se na busca de uma exposição de conceitos à respeito da avaliação dos Ambientes Computacionais, procurando demonstrar o que é a avaliação, como avaliar, os principais critérios sob aspectos ergonômicos e cognitivos (ou pedagógicos).

Demonstra também uma análise sucinta do Ambiente de Química utilizado neste trabalho, buscando esclarecer suas principais características e

possibilidades de uso e aprendizagem (do ambiente e do conteúdo) por parte do aluno.

4.2 - Por que avaliar o Ambiente Computacional?

Quando alguém se propõe a inserir novos recursos em sua ação de trabalho, certamente estará esperando que esse recurso responda com efeitos positivos e eleve o grau de desempenho de suas atividades. Assim, quando um professor propõe o uso de um Ambiente Computacional, para auxiliá-lo em sua prática pedagógica, torna-se evidente que, o que se espera, é uma melhora significativa no desempenho das atividades de aprendizagem dos estudantes.

Para que este ambiente possa tornar efetiva as expectativas deste professor, faz-se necessário uma avaliação prévia deste instrumento, a fim de verificar, como mostra VIEIRA, F (1999), de que maneira se consegue um uso educacional que permita ao estudante a construção de seu conhecimento e compreensão de mundo, de tal modo que se torne capaz de participar da realidade que está vivendo. Portanto, o professor deve buscar, nesta análise, o tipo de proposta que o ambiente está ou poderá estar inserido.

Apesar do contexto a que Luckesi(1998) se refere não se tratar de instrumentos pedagógicos, mas sim da aprendizagem¹, será utilizado para a finalidade deste capítulo, o seu conceito fenomenológico de **avaliação** no qual:

"O ato de avaliar implica coleta, análise e síntese dos dados que configuram o objeto da avaliação, acrescido de uma atribuição de valor ou qualidade, que se processa a partir da comparação da configuração do objeto avaliado com um determinado padrão de qualidade previamente estabelecido para aquele tipo de objeto." (LUCKESI, 1998, p.93)

¹ Considera-se avaliação de instrumentos pedagógicos a que busca a usabilidade deste instrumento, enquanto da aprendizagem, a capacidade do aluno em usar as novas informações.

Além da busca da capacidade pedagógica, o professor ou avaliador deve ter em mente, também, os aspectos técnicos e ergonômicos que este ambiente possui.

Ao referir os aspectos técnicos, pretende-se que sejam entendidos como a relação entre o sistema e o aplicativo, isto é, a relação entre a parte física (*hardware*) e o programa (aqui denominado ambiente computacional) que o professor pretende usar. Pois o docente deve evitar o risco de escolher um programa com recursos de som, imagem, velocidade de operação, etc. que não seja compatível com a configuração das máquinas à sua disposição ou à disposição de seus alunos, conforme pode-se ver em LAASER(1995).

Deve ser ponto de preocupação durante a avaliação, como já foi dito, também os fatores ergonômicos do material. Pois conforme mostra Cybis(1997):

"As considerações da ergonomia são importantes no projeto de qualquer equipamento usado por seres humanos, mais especialmente quando este uso é intensivo ou se a precisão ou velocidade forem fatores críticos." (CYBIS, 1997, p. 97)

Dessa forma, faz-se necessário que, para que haja eficiência nas aplicações desses recursos pedagógicos, sejam realizadas avaliações criteriosas dos aspectos citados. Para isso existem diversas formas, em diferentes níveis de processamento dessa avaliação.

4.3 - Como acontece a avaliação de um Ambiente computacional ?

A fim de verificar e classificar a qualidade e as características dos Ambientes Computacionais foram desenvolvidos diversos métodos e técnicas que podem atribuir ao professor a responsabilidade com a qualidade e utilização dessa tecnologia de ensino.

Como mostra SILVA(1998), a avaliação dos ambientes podem ser efetuadas de diversas formas, como por exemplo: as listas de verificação (*Checklists*), ensaios de interação ou avaliação heurística entre outras.

- ✓ Listas de verificação (*Checklists*) – Como cita GAMEZ(1998), fornecem questões de forma que os professores tenham critérios específicos para procederem a avaliação. Essas listas consistem de uma grade de análise e/ou série de questões. Uma das maneira de realizar prognósticos tem sido muito questionada por pesquisadores, pois se baseia em um conjunto arbitrário de questões e a aprendizagem é um tema complexo que não pode ser feito por essas listas.

- ✓ Ensaios de Interação – CYBIS(1997) mostra que nesse processo ocorre uma simulação do uso do material, no qual participam pessoas que representam seu usuário-alvo. Essa forma de avaliar produz características como o constrangimento causado pela presença do avaliador durante o trabalho desenvolvido pelo usuário. Situações de verbalização podem ser percebidas, o que leva o analista à observação na qual,

“através dos comentário e os registros das ações tornam evidentes ao projetista que algumas funções não são bem compreendidas, ou que existem rótulos que causam dúvidas, levando o usuário a executar de forma errada a sua tarefa” (CYBIS, 1997, p.87)

Nota-se que a principal característica dessa forma de avaliação é a participação direta de usuários em atividades reais, de situações reais executando tarefas reais.

- ✓ Avaliação Heurística – NIELSEN(1994) afirma que este é um dos método mais baratos e mais popular de avaliação de *design* de *Interfaces*. Os objetivos dessa inspeção é encontrar os problemas de usabilidade do ambiente, ou seja, essa avaliação deve ser feita por especialistas em

ergonomia e sua eficiência vai depender de sua experiência e competência no assunto, no qual é examinado o programa aplicativo e diagnosticadas as barreiras que o usuário provavelmente encontrará.

NIELSEN(1994) informa também que a avaliação heurística é um dos métodos mais abrangentes e dos mais fáceis de aprender e aplicar. Por isso apresenta uma lista com dez recomendações heurísticas de usabilidade:

1. Visibilidade do estado do sistema - O sistema deve manter, sempre, o usuário informado de como está se desenvolvendo.
2. Relação entre o sistema e o mundo real – O sistema deve ser familiar ao usuário (idioma, palavras, frases, conceitos, convenções do mundo real).
3. Liberdade de controle do usuário – O usuário deve ter a opção de desfazer e fazer novamente sempre que executar uma função errada.
4. Consistência e padrões – O sistema deve apresentar convenções de plataforma, ou seja, palavras, situações e ações diferentes não podem significar a mesma coisa.
5. Prevenção de erros – Melhor que boas mensagens de erros é a prevenção e correção dos possíveis erros, em primeiro lugar.
6. Identificação antes de retornar – Tornar objetos, ações e opções visíveis. O usuário não tem que se lembrar das informações, as instruções devem estar visíveis.
7. Flexibilidade e eficiência do uso – Aceleradores – não vistos por usuários inexperientes – podem, freqüentemente, melhorar a interação de especialista com o sistema. Permite ao usuário a criar atalhos para suas ações.
8. Estética e *Design* minimalistas – Diálogos não podem conter informações irrelevantes e imprecisas. Informações extras, competindo com informações relevantes, diminuem suas visibilidades relativas.
9. A ajuda de usuários reconhece, diagnostica e recupera erros – Deve ser expressa em idiomas claros, sem códigos, que indique o problema e

sugere construtivamente uma solução.

10. Ajuda e documentação – Embora seja melhor que o sistema possa ser usado sem documentação. Pode ser necessário prover documentos de ajuda. Estas informações devem ser fáceis de serem encontradas, enfocadas na tarefa do usuário e listar os passos concretos que leve o usuário a resolver os problemas.

Essas e outras formas de avaliar um ambiente estão disponíveis em diferentes técnicas ou métodos, que incorporam questionários, entrevistas, inspeções formais de usabilidade. Para que seja possível entender como um ambiente é validado ou mensurado em relação às suas características ergonômicas e pedagógicas, serão relacionados, a partir de agora, alguns métodos e técnicas disponíveis no mercado e na Internet, levando ao leitor uma prévia dos critérios utilizados para análise do ambiente aplicado na execução deste trabalho.

4.3.1 - Técnicas e Métodos de Avaliação de Ambientes Computacionais (ou Software Educacional).

As técnicas ou métodos de avaliação dos Ambientes Computacionais procuram questionar qualidades físicas(hardware), ergonômicas (interatividade homem-ferramenta) e principalmente seus valores pedagógicos. Entre essas técnicas ou métodos destacam-se: O Sistema *MicroSIFT* – USA (1981); NCET CD ROM *Checklist*; A técnica de Mucchielli(1987) e MAQSE – Manual para Avaliação de Qualidade de Software Educacional (Campos, 1994).

4.3.1.1 - O Sistema *MicroSIFT* – USA (1981) – GAMEZ(1998) mostra que esse sistema foi desenvolvido no início dos anos 80, com a finalidade de avaliar sistemas instrucionais baseados em computador, era composto por um conjunto de formulários, o guia do avaliador e uma rede de instituições educacionais. Esses formulários eram subdivididos em Formulário de Descrição, que identificava características básicas do sistema como: fonte, disciplina, requisitos de hardware e ambiente necessários e pré requisitos e

Formulário de Avaliação para ser usado após a informação disponível no formulário de descrição.

Além desses formulários, o sistema é acompanhado por um Guia do Avaliador, para orientar os professores a utilizar os formulários, bem como, fornece recomendações, sugestões e interpretação de cada item do formulário.

A metodologia utilizada constituía-se de 3 momentos:

1 – Verificação: este primeiro momento verificava se o produto possuía características educacionais e se era compatível com os computadores locais. Feito pela equipe técnica da *MicroSIFT*.

2 – Descrição: aplicada pelo produtor do ambiente e do pessoal da *MicroSIFT*, preenchendo o Formulário de Descrição.

3 – Avaliação: Esta etapa era realizada por professores com experiência no contexto, selecionados nas escolas para avaliar os programas, que, após sua avaliação, era também submetido à avaliação pelos membros da *MicroSIFT*, e só então, o resumo das avaliações se tornava a avaliação do produto em questão.

O *checklist* do sistema *MicroSIFT* é composto por:

Conteúdo

1. O conteúdo é preciso?
2. O conteúdo tem valor educacional?
3. O conteúdo independe da raça, etnia, sexo ou outros estereótipos?

Qualidade Pedagógica

4. O objetivo do programa é bem conseguido?
5. O programa alcança objetivos propostos?
6. A apresentação do conteúdo é clara e objetiva?
7. O nível de dificuldade é apropriado aos destinatários?
8. Os gráficos/ cores/ sons são utilizados por razões instrucionais apropriadas
9. O uso do programa é motivador?
10. O programa estimula a criatividade do aluno?
11. É empregado o *feedback* das respostas dos alunos?
12. O aluno controla a seqüência da apresentação?
13. A aprendizagem é generalizada para uma variedade apropriada de situações?

Aspectos Técnicos

14. Os materiais de apoio são compreensíveis?
15. Os materiais de apoio são eficientes?
16. As informações disponíveis são eficientes?
17. O programa é fácil de ser operado, autonomamente, por aqueles que se interessarem?
18. Os professores poderiam facilmente adotar este programa?
19. O programa utiliza apropriadamente as capacidades do sistema?
20. O programa é confiável?

4.3.1.2 - NCET CD ROM *checklist* – Também encontrado em GAMEZ(1998), constitui-se de uma lista de verificação desenvolvida pelo Conselho Nacional de Educação e Tecnologia (britânico), para avaliar Software Educacional. Percebe-se que há quatro questões enfocando um pouco mais educação (5, 6, 10 e 12), duas meramente pragmáticas no que se refere a acessibilidade (1 e 4) e as demais de ordem técnica e de usabilidade sem relação com a aprendizagem:

1. Em que sistema operacional roda o disco?
2. O sistema operacional fará tratamento justo das ilustrações?
3. A operação se dá através do teclado, *mouse*, ou ambos?
4. Pode-se ter o disco por um período de tempo?
5. O inglês utilizado é americano ou britânico?
6. A tarefa de impressão é fácil e intuitiva?
7. O material selecionado permite que se faça *download* para o disco?
8. As subsecções do disco podem ser pesquisadas?
9. O ambiente administra bem os recursos de memória?
10. Que procedimentos de pesquisa estão disponíveis?
11. Qual é o nível de linguagem no disco?
12. A interface com o usuário é tolerante à digitação e correção ortográfica de erros?
13. Pode-se selecionar exatamente aquilo que se quer imprimir ou salvar no disco?
14. As ilustrações podem ser impressas?
15. As imagens podem ser facilmente transferidas?
16. As imagens são acompanhadas de efeitos sonoros? ..

4.3.1.3. - A técnica de Mucchielli(1987) - SILVA(1998) apresenta em seu trabalho o Modelo de Concepção de Software Educacional de Mucchiele, no qual são abordadas as potencialidades pedagógicas do computador que dependem das seguintes variáveis:

1. o contexto global de utilização do computador (no lar, no trabalho, na escola);
2. as finalidades de uso (aquisição de conhecimento, exercitação, treinamento);
3. o sistema informático utilizado (se é de uso individual e autônomo, utilizando um servidor de rede);
4. o papel e as competências pedagógicas do responsável pela formação;
5. as práticas e os hábitos de uso do computador dos indivíduos e/ou grupos de formação;
6. o programa pedagógico utilizado, suas qualidades, suas "performances", sua adaptação às finalidades da aprendizagem;
7. devem ser destacados os diferentes objetivos pedagógicos do ensino por computador:
 - aquisição de conhecimento;
 - aquisição de prática ;
 - revisão de conhecimentos;
 - sensibilização aos problemas;
 - desenvolvimento do raciocínio.

Outros métodos pedagógicos, em relação à técnica de Mucchiele, apontados por SILVA(1998) são:

- a exposição;
- a interrogação;
- a descoberta guiada;
- a descoberta experimental;
- a resolução guiada de problemas;
- a simulação de caso;
- os jogos.

Além dessas potencialidades pedagógicas e dos métodos de uso do computador, Mucchielli, propõe dez passos a serem examinados na avaliação pedagógica de ambiente computacional:

1. Avaliação dos elementos de conhecimento existentes;
2. Qualidade do modelo pedagógico adotado, como clareza e interesse dos objetivos pedagógicos, originalidade e coerência de organização pedagógica entre outras.
3. Interesse do público alvo pelo ambiente;
4. Qualidade e variedade dos procedimentos de interatividade utilizadas, adaptabilidade ao conteúdo e às fases pedagógicas;
5. Qualidade da flexibilidade do ambiente: adaptabilidade às diferentes respostas do usuário, possibilidades de corrigir a resposta dada e/ou a facilidade de retorno a um menu precedente;
6. Natureza e qualidade da ajuda, se é ou não contextual;
7. Grau de flexibilidade do ambiente;

8. Qualidade das telas, a disposição dos objetos, a legibilidade, efeitos atrativos (figuras, cores, simulações, sinais);
9. Qualidade da documentação, tanto para informação do professor quanto do aluno;
10. Capacidade do ambiente de sofrer evoluções constantes (acréscimo de características).

4.3.1.4 - MAQSE – Manual para Avaliação de Qualidade de Software Educacional - GAMEZ(1998) descreve a metodologia desenvolvida por Gilda Campos(1994), que propõe um manual (checklist) para avaliação de software educacional, o qual pode ser, inclusive, um instrumento auxiliar, tanto durante o processo de desenvolvimento do ambiente quanto na sua avaliação.

Esse manual divide-se em seções que buscam avaliar os ambientes sob: i) critérios gerais utilizados na avaliação de qualquer modalidade de ambiente computacional, ii) critérios específicos para sistemas hipermídias, de autoria ou produto final e iii) para produtos disponíveis na rede.

O MAQSE contém seções que define objetivos, fatores e sub-fatores que apresentam a seguinte estrutura:

Objetivo - Usabilidade - Fator Operacionalidade

- Existência de recursos motivacionais;
- Existência de feedback - mensagens de erro;
- Existência de manual do usuário;
- Uso de ilustrações, animação, cores, som;
- Legibilidade;
- Vocabulário adequado.

Objetivo - Usabilidade - Fator Eficiência

- Ausência de erros, conceituais e técnicos;
- Capacidade de armazenamento das respostas;
- Adaptabilidade ao nível do usuário;
- Geração randômica de atividades;
- Tratamento de erro do usuário.

Objetivo - Usabilidade - Fator Manutenibilidade

- Possibilidade de inclusão de novas estruturas como questões, testes ou textos;
- Possibilidade de correção de erros encontrados;

- Previsão de atualizações.

Objetivo - Usabilidade - Fator Portabilidade

- Independência de hardware;
- Independência da linguagem e ambiente.

Objetivo - Usabilidade - Fator Rentabilidade

- Característica do programa de melhorar o ensino, denotando a relação Custo-benefício adequada;
- Integração a outros recursos computacionais;
- Adequação às necessidades curriculares.

Objetivo - Usabilidade - Fator Avaliabilidade

- Facilidade de avaliar se o ambiente executa a função para o qual foi desenvolvido;
- Adequação do programa ao nível do usuário;
- Apresentação dos escores aos usuários.

Objetivo - Confiabilidade Conceitual - Fator Integridade

- Resistência do programa a interações inadequadas (robustez).

Objetivo - Confiabilidade da Representação - Fator Legibilidade

- Facilidade de leitura dos meios técnicos do programa (relativos aos desenvolvedores);
- Facilidade de leitura da tela do ambiente.

4.3.1.5 -TICESE - Técnica de Inspeção de Conformidade Ergonômica de Software Educacional - GAMEZ(1998) - A TICESE tem um enfoque particular sobre a ergonomia de ambientes aplicada a produtos educacionais informatizados. Orienta o avaliador para a realização de inspeção de conformidade ergonômica do ambiente. Assim, são considerados tantos os aspectos pedagógicos como os aspectos referentes à interface durante o processo de avaliação:

1. Objetivos da TICESE

- Fornecer diretrizes para avaliadores na tarefa de avaliar qualidade em ambiente educacional computadorizado;
- Orientar na realização de inspeção de conformidade ergonômica do ambiente;
- Tem um enfoque particular sobre a ergonomia do ambiente aplicada a produtos educacionais informatizados;
- São considerados tanto os aspectos pedagógicos como os aspectos referentes à interface e usabilidade.

2. O processo de avaliação

□ Reconhecimento do Ambiente Computacional

Sugere-se que o avaliador tenha um primeiro contato com o ambiente de forma compreender o seu funcionamento.

□ Reconhecimento da técnica

Sugere-se que o avaliador faça uma leitura prévia da técnica. Essa atividade implica necessariamente na:

- Leitura da Definição dos Critérios
- Leitura da Taxinomia de Ambiente
- Leitura do Formulário de Inspeção

Apenas após ter efetuado a leitura prévia da técnica e de ter reconhecido previamente o ambiente, o avaliador poderá dar início à avaliação. Sugere-se os seguintes passos:

1. Resposta às questões

Implica em ler cada questão do *checklist* e verificar a existência do atributo no ambiente;

2. Atribuição de pesos às questões

Implica em identificar as questões não aplicáveis ao ambiente, e classificá-las segundo uma ordem de importância, como se segue:

- a questão *Não se Aplica*, ou
- a questão é *Muito importante*, ou
- a questão é *Importante*.
- Para questões com resposta *Não se aplica*, atribuir o peso 0 (zero);
- Para questões com resposta *Muito importante*, atribuir o peso 1.5 (um e meio);
- Para questões com resposta *Importante* atribuir o peso 1 (um).

3. Iniciar o tratamento quantitativo dos dados - Esta atividade implica nas seguintes sub-atividades:

3.1 Atribuição de valores às questões:

- Para as questões com resposta sim, atribuir o valor 1 (um)
- Para as questões com resposta parcialmente, atribuir o valor 0.5 (meio)

- Para questões com resposta não, atribuir o valor 0 (zero)

3.2 Cálculo da média de cada sub-critério ou critério isolado

Para encontrar o valor médio de cada sub-critério ou critério isolado, aplicar a seguinte equação:

$$X(j) = \sum_{i=1}^{q(j)} \frac{\sum a(i) * p(i)}{\sum p(i)q(j)} * 100$$

Em que:

j = critério

q = número de questões

a(i) = valor da questão

p(i) = (peso da questão)

Resultado: Indica o percentual de conformidade ergonômica do ambiente ao critério em avaliação.

O avaliador deverá aplicar essa equação a todos os critérios e sub-critérios, e encontrar o percentual de conformidade.

Quando o critério apresentar sub critérios, o avaliador poderá usar a seguinte equação para encontrar o valor final do critério:

$$Y = \frac{X(mr) + X(i)}{2}$$

Y – Valor final do critério

X(mr) - Resultado da média do menor sub-critério

X(i) - Resultado da média dos sub critérios

4.3.2 – O Ambiente Utilizado Neste Trabalho.

Buscou-se para a aplicação deste trabalho, um ambiente da área de química, que tenha sido desenvolvido com objetivos e características pedagógicas, por isso optou-se pelo programa LeChat 2.1, disposto abaixo na figura 2, desenvolvido pelo Departamento de Física da Universidade de Coimbra – Portugal, cujos créditos de sua produção podem ser constatados na figura 3. Este ambiente encontra-se disponível gratuitamente na Internet como já citado no segundo capítulo deste trabalho.

Fig.2: Título – Tela de apresentação do LeChat 2.1

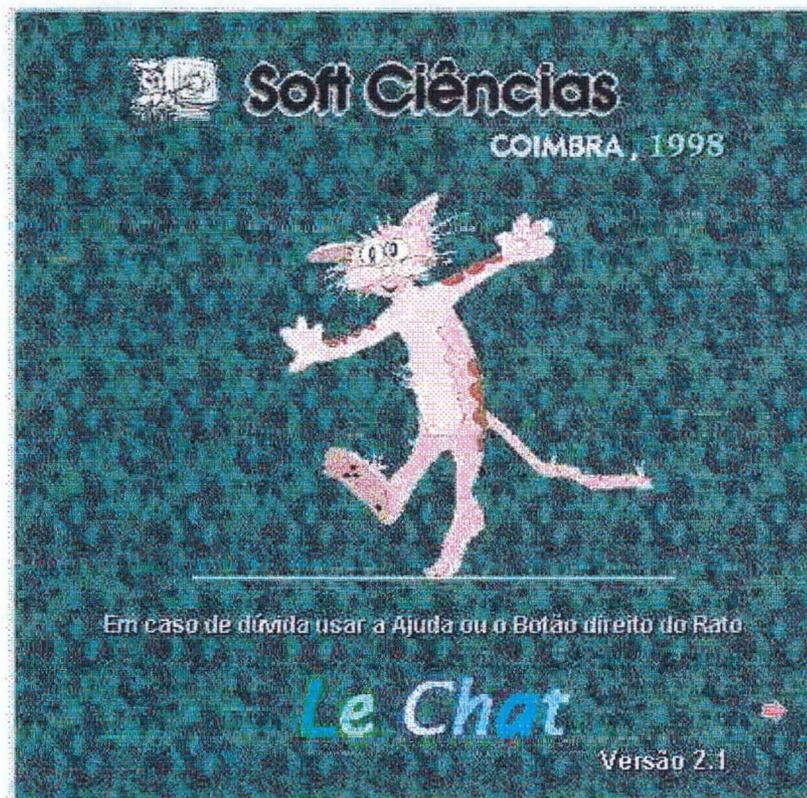
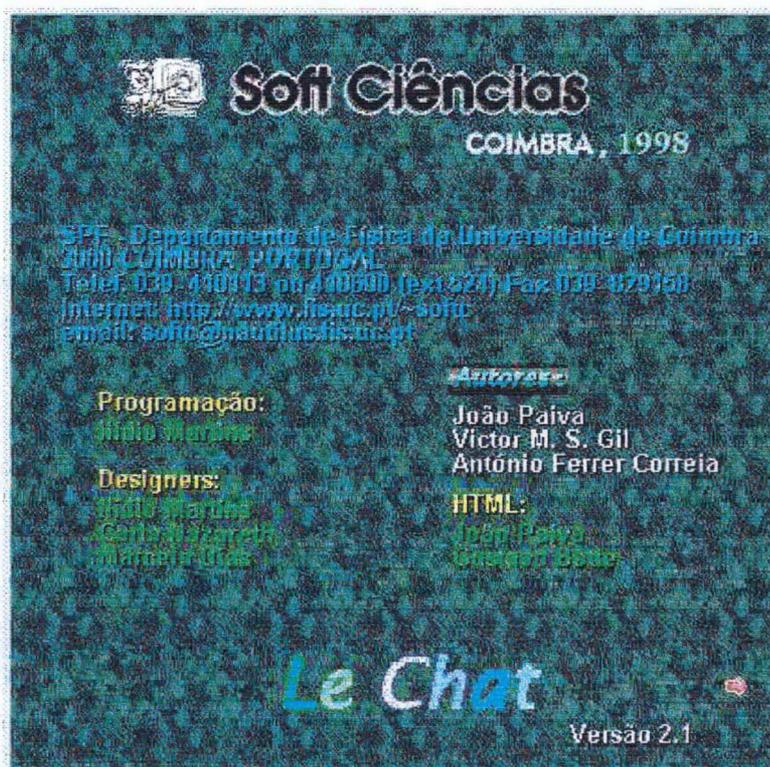


Fig.3: Título – Tela de créditos de produção do LeChat 2.1



Segundo seus autores, esse ambiente, visa a real conceitualização de assuntos relacionados com o equilíbrio químico. Traz um conjunto significativo de conceitos em equilíbrio químico, conforme destaque na figura 4, de modo que os princípios de Lê Châtelier, não são apresentados prescindindo substratos de conteúdos abstratos interiorizados pelos alunos, e sim de uma maneira que simula esses princípios, levando o aluno à construção de seus conhecimentos à respeito de equilíbrio químico a partir da visualização das alterações moleculares que ocorrem durante as mudanças nas variáveis do equilíbrio.

Fig.4: Título – Interface do LeChat 2.1

The screenshot displays the LeChat 2.1 interface. At the top, the title bar reads "LeChat II - [Simulação Livre de Equilíbrio Químico]". The main window has a header "Le Chat 2.1" and a sub-header "LE CHAT II AJUDA DIRECTA". A sidebar on the left lists "TÓPICOS" (Topics) including "Introdução", "Comandos", "Conteúdos e Currículos Escolares", "Antevisão", "Aumento da Concentração", and "Redução da Concentração". A red box labeled "Hipertexto com tópicos de ajuda" points to this list. The central area shows the chemical equation $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ and a graph titled "Velocidade de Equilíbrio". Below the graph, a table shows equilibrium constants: $K = 5,855E+00$ and $Q = 3,580E+00$. On the right, a control panel includes "Concentração", "Pressão", "Q", "K", and "DEF INI" buttons, along with a table of concentrations for N_2 , H_2 , and NH_3 . At the bottom, four blue boxes with lines pointing to the interface are labeled: "Volume", "Temperatura", "Constante de Equilíbrio", and "Concentração dos reagentes e produtos".

A análise de algumas conformidade ergonômicas e pedagógicas deste ambiente propiciou a possibilidade de elaboração da estratégia da aula e orientação dos alunos durante sua aplicação.

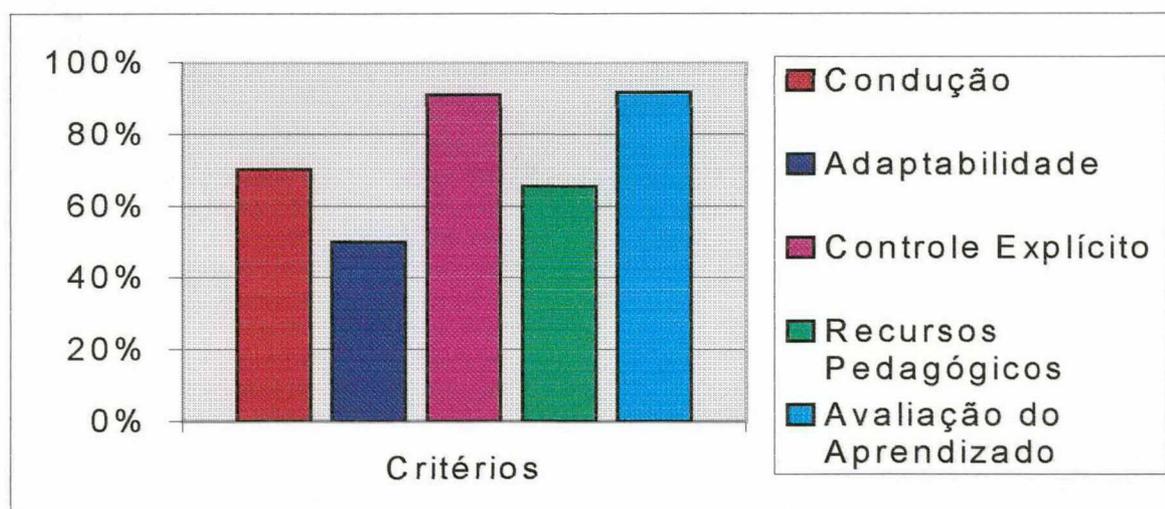
4.3.3 – Aplicação da TICESE na Avaliação do Ambiente Computacional utilizado neste trabalho.

Foi aplicada a TICESE para avaliar o Ambiente Computacional LeChat, nos critérios seguintes, por concluir que seria a mais adequada:

- ✓ Em relação à Condução: Presteza; Qualidade das Opções de Ajuda; Legibilidade; *Feedback* imediato; Agrupamento e distinção de idéias.
- ✓ Em relação à Adaptabilidade: Flexibilidade e Considerações da Experiência do Utilizador.
- ✓ Em relação ao Controle Explícito: Ações explícitas do utilizador e Controle do Utilizador.
- ✓ Em relação ao Recursos de Apoio à Compreensão dos Conteúdos: auxílio pedagógico para compreensão dos conteúdos.
- ✓ Em relação à avaliação da aprendizagem: Se o sistema apresenta alguma maneira de verificar se os conceitos estão sendo aprendidos pelo usuário.

Os resultados encontrados estão sintetizados na figura 5:

Fig.5: Título – Percentual de Conforme Ergonômica e Pedagógica do Ambiente LeChat-II, avaliado pela técnica TICESE.



O critério Condução diz respeito aos meios disponíveis para orientar e conduzir o usuário na interação com o ambiente, e foi obtido um valor de 70,14% neste critério à partir de seis de seus sub critérios, os quais se referem à:

- ✓ Presteza – engloba meios para levar o utilizador a realizar determinadas ações como, por exemplo, a entrada de dados, os mecanismos ou meios que permitem ao utilizador conhecer as alternativas em termos de ações, do estado ou contexto em que se encontra e outros. Neste sub critério obtive-se uma conformidade de 84,09%;
- ✓ Qualidade da opções de Ajuda – avalia a conformidade de opção de ajuda oferecida pelo ambiente, neste critério, obtive-se um valor de 82,0%;
- ✓ Legibilidade – se refere às características lexicais das informações apresentadas ao usuário, como: cor da fonte, contraste letra/fundo, tamanho da fonte, espaçamento entre palavras, entre caracteres, comprimento de linha, etc, assim como se a qualidade da informação favorece a compreensão e assimilação dos conteúdos educativos. Foi

obtido 82,05% neste critério;

- ✓ *Feedback* Imediato – diz respeito às respostas do sistema às ações do utilizador, essas respostas devem ser fornecidas rapidamente e no momento apropriado. Se referem desde a um simples toque de uma tecla até a uma seleção dentro de uma lista de comandos. Este critério foi avaliado em 61,54%;
- ✓ Agrupamento/distinção por localização – refere-se ao posicionamento relativo dos itens, ou seja, ao posicionamento dos itens dentro de uma classe. No ambiente analisado o valor obtido foi de 84,09%;
- ✓ Agrupamento e distinção por formato – diz respeito às características gráficas (formato, cor, etc.) que indicam se os itens pertencem ou não a uma dada classe. O valor obtido para esse critério foi 91,18%.

Para o critério Adaptabilidade, referente à capacidade do sistema ser adaptado às necessidades e preferências do utilizador, a conformidade obtida nessa avaliação foi de 49,88%. Este critério está dividido em dois sub critérios: Flexibilidade e Consideração da Experiência do Utilizador.

- ✓ Flexibilidade – se refere aos meios colocados à disposição do usuário que lhe permite personalizar a interface do sistema, adaptando-o de acordo com seus hábitos de trabalho. Para este critério obteve-se um valor de 47,92%.
- ✓ Consideração da Experiência do Utilizador – diz respeito aos meios implementados que permitem que o sistema respeite os níveis de experiência individuais. Ou seja, utilizadores experientes não têm as mesmas necessidades informacionais que os novatos, por isso o sistema deve permitir ao usuário escolher o nível do conteúdo, bem como os meios para avançar no sistema. Para esse critério foi obtido 51,85%.

Obteve-se no critério Controle Explícito 90,9%, que se refere tanto ao processamento, pelo sistema, das ações do utilizador, quanto do controle que os mesmos têm sobre o processamento de suas ações pelo sistema. Foram analisados dois de seus sub critérios: Ações Explícitas do Utilizador e Controle do Utilizador.

- ✓ Ações Explícitas do Utilizador – de maneira sucinta, este critério se refere às relações entre o processamento e as ações do computador, isto é, o computador deve processar somente aquelas ações solicitadas e quando solicitadas. Foi obtido um valor de 100%.
- ✓ Controle do Utilizador – o utilizador deveria ter sempre o controle sobre o processamento do sistema como: interromper, cancelar, suspender e continuar, avançar, retroceder, ou parar a apresentação. O ambiente analisado apresenta valorização de 81,82% neste critério.

Foi obtido no critério Recursos de Apoio à Compreensão dos Conteúdos um valor de 65,56%. Esse critério se refere ao apoio fornecido pelo ambiente para compreensão dos conteúdos pedagógicos. Segundo o autor da TICESE, a utilização de recursos multimídia, recursos motivacionais e recursos de verificação da aprendizagem contribuem para esse fim.

No critério Avaliação da Aprendizagem foi obtido um valor de 91,67%. Esse critério refere-se aos meios disponíveis para verificar a aprendizagem dos conteúdos.

A análise dos critérios citados revelou que se o sistema fornecesse respostas sonoras ou mais informações sobre o progresso do processamento da informação e, ainda, sobre o estado dos objetos ao acionar um botão, obter-se-ia melhores resultados no critério Condução. Essas questões são encontradas no sub critério *Feedback* Imediato, o qual foi responsável pela menor média nesse critério.

Quanto mais diferentes formas de efetuar uma tarefa, maiores as possibilidades de um estudante dominar um sistema. E, no ambiente avaliado, encontrou-se uma média baixa no critério que se refere à Adaptabilidade, porque o programa não permite certas flexibilizações no sistema, como: formas variadas de apresentação a diferentes usuários; eliminação de itens irrelevantes das janelas; personalização do diálogo através da definição de macros, e ainda, pouco contempla a experiência do utilizador, como: permitir a utilização de menus ou atalhos no teclado à níveis mais avançados ou permitir que estes utilizadores criem seus atalhos.

Os valores encontrados para o Controle Explícito teriam sido mais positivos se o sistema fornecesse ao usuário a opção CANCELAR, com efeito de apagar as mudanças efetuadas pelo utilizador, levando o sistema para o estado anterior.

Quanto ao critério Recursos de Apoio à Compreensão dos Conteúdos, os valores obtidos foram devidos à presença de:

- recursos motivacionais, que apesar de presentes não permanecem interessantes por muito tempo;
- imagens, desenhos e gráficos contribuindo parcialmente para motivação e compreensão dos conteúdos, embora os gráficos sejam de difícil interpretação por iniciantes;
- jogos, que apresentam aspectos motivacionais e muito contribuem para aprendizagem.

Diálogos são apresentados de forma positiva ao longo da apresentação dos problemas e o utilizador tem controle sobre a ordem de apresentação e seqüenciação das informações.

Pode-se observar no critério Avaliação da Aprendizagem um percentual alto, pois o sistema dispõe de recursos que visa avaliar o grau de compreensão dos alunos na resolução de problemas; propõe questões simulando a relação professor e aluno. As questões propostas são coerentes com os objetivos a

que se propõem e permitem o registro dos resultados obtidos pelo estudante durante o processo de “navegação” no programa.

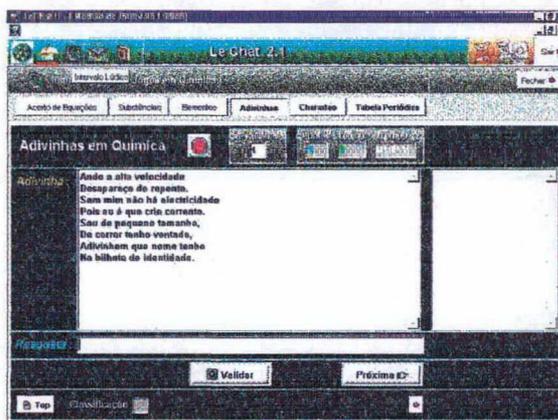
Além das características analisadas acima, o programa LeChat 2.1 apresenta, também, outras características, abordadas pela TICESE que devem ser destacadas.

Dentre as diferentes taxonomias de ambiente, apresentados no segundo capítulo deste trabalho, o programa LêChat-2.1 pode ser classificado como um Simulador, apesar de conter, também, Exercícios e Prática, e Jogos Pedagógicos(fig. 6 e fig. 7).

Fig.6: Título – *Interface com Exercícios*



Fig.7: Título – *Interface com Atividades Lúdicas*



Este ambiente não traz uma abordagem pedagógica explícita, porém, pela maneira que permite trabalhar com os alunos e pela forma que estes se tornam coordenadores de seu próprio ritmo de aprendizagem e o professor passa a ser um orientador e não a fonte de conhecimento, pode-se considerar que esteja inserido numa proposta cognitivista.

Além destas características, este programa evoca conhecimentos prévios e específicos que podem ser necessários à compreensão de seu conteúdo e enfatiza a aquisição do conhecimento, aumentando gradualmente a quantidade de informações apresentadas. E ainda:

- O ambiente evita comportamentos do tipo tentativa e erro;
- Valoriza o erro, possibilitando o aprendizado com a experiência, ou seja, o estudante não é punido nem premiado pelo acerto ou erro, e sim levado à posterior compreensão de sua resposta;
- Está constantemente solicitando que o utilizador compreenda os conteúdos, levando-o a fazer uso do conhecimento já adquirido.
- Pouco possibilita que o aluno aplique esses conteúdos em situações particulares;
- Não propicia situações em que o estudante possa aplicar esses conhecimentos de forma criadora, na resolução dos exercícios e práticas;

Tanto as características abordadas na avaliação do ambiente como as aqui enunciadas foram consideradas na aplicação deste trabalho.

5 – AMBIENTE COMPUTACIONAL – UMA APLICAÇÃO PRÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA NO NÍVEL MÉDIO.

5.1 – Introdução

Nessa constante busca pedagógica por melhorias dos recursos de ensino-aprendizagem, questiona-se o que pode ser feito para melhorar o ensino de Química no nível médio através do uso dos Ambientes Computacionais. A fim de verificar o que poderia mudar nesta prática, com o uso destes instrumentos, foi utilizado um ambiente destinado ao ensino de um conteúdo de Química e comparou-se com aulas convencionais desta disciplina.

5.2 – Metodologia de Aplicação

Procurou-se seguir, nesta aplicação, uma abordagem pedagógica cognitivista, valorizando o relacionamento entre os alunos, buscando seu desenvolvimento através da ZDP e levando o aluno a se tornar protagonista de seu conhecimento. Por isto o trabalho foi desenvolvido com a turma sempre em grupos.

Foram formados grupos de estudos na sala, que atuaram na aprendizagem de dois conteúdos diferentes. Numa primeira etapa, um dos conteúdos escolhidos(O Estudo da Radioatividade), foi trabalhado de forma convencional, utilizando-se apenas a apostila do curso e eventualmente livros que haviam à disposição dos alunos na biblioteca da escola.

Numa Segunda etapa, foi utilizado apenas o computador com um ambiente destinado ao ensino de um outro conteúdo(Equilíbrios Químicos – Princípios de Lê Chatelier).

Durante os diferentes períodos foram feitas anotações sobre o interesse e participação dos alunos, tanto no grupo quanto em atividades coletivas.

Para verificar o rendimento de aprendizagem foi utilizado um mesmo instrumento, uma prova escrita, cobrando o conhecimento dos principais conceitos dos dois conteúdos e exercícios práticos que envolviam raciocínio e cálculos.

No primeiro momento, foram ocupadas oito horas aula, desde o início das atividades até o término com a avaliação. Neste período os alunos estudaram os conceitos na apostila e resolveram exercícios, ora na escola ora em casa, sempre reunidos em grupos. Os conceitos e exercícios que os grupos não conseguiam resolver foram explicados e resolvidos na lousa pelo professor.

Após a aplicação da aula convencional, aplicou-se o conteúdo utilizando o computador. Os alunos pertencentes aos mesmos grupos sentaram-se juntos numa mesma máquina. No início seguiram as orientações do professor, que sugeria o reconhecimento da *interface* do programa, indicando os comando iniciais do ambiente.

A atuação do professor, neste momento, foi somente para auxiliar em algum comando, ou algumas dúvidas, de maneira que, procurava não esclarecer ou resolver os problemas diretamente, mas apenas redirecionar os alunos do grupo a encontrar as respostas.

Este experimento foi realizado no Colégio Atenas, localizado na Avenida Oito, nº 449, centro, na cidade de Chapadão do Sul, em Mato Grosso do Sul, localizada aproximadamente a 350 quilômetros de Campo Grande. Trata-se de um colégio para classe média, cujas famílias possuem renda superior a dez salários mínimos.

5.3 – Perfil dos Alunos Participantes da Pesquisa

Os alunos da turma foram divididos em quatro grupos, de forma aleatória, porém, procuramos deixar juntos os com maior afinidade e facilidade de

interação. Participaram da pesquisa dezesseis alunos.

Estes alunos estão matriculados na segunda série do ensino médio e possuem as seguintes características: 18,75% do sexo masculino e 81,25% do sexo feminino, em que 28,57% possuem 15 anos, 57,14% 16 anos e 14,29% 17 anos, portanto todos na faixa etária para a série que estão cursando.

Entre os 14 alunos que preencheram uma ficha com dados pessoais, apenas 21,42% não possui computador em casa, os demais 78,58% possuem. Certamente por isso, 100% dos alunos conhecem informática, conforme quadro VIII, indicado a seguir.

Quadro VIII – Conhecimento de Informática dos Alunos

Sistema	Porcentagem de alunos
Gerenciador Windows	71,43%
Word	100,0%
Power Point	57,14%
Excel	85,71%
Editor de Imagens	42,85%
Editor de Som	21,43%
Editor de Vídeo	14,28%
Ambientes de Autoria	14,28%
Ambientes de Ensino	28,57%
Enciclopédias CD-Room	50,0%
Outros	21,42%

Com este conhecimento, os alunos que participaram deste projeto possuem características favoráveis para este tipo de experimento. Além disso, outra característica muito importante é que 42,85% desses alunos já possuem acesso à Internet. Portanto, estão aptos a manusearem ambientes em hipertextos, multimídia ou outro tipo de sistema.

Como estes alunos têm amplo acesso ao mundo da informática, perguntamos em que a informatização do ensino poderia ajudar a melhorar sua aprendizagem, algumas respostas seguem abaixo.

“A informatização pode ajudar nas resoluções de exercícios e na revisão das matérias. Pois quando já temos conhecimento do assunto somos capazes de resolver exercícios no computador”

“ É uma maneira mais prática e divertida de se aprender”

“Porque além das apostilas seria mais fácil de aprender e compreender os conteúdos, no computador mostra como ocorre uma reação”

“No computador a aula não fica tão monótona e a atenção do aluno se fixa na matéria”

“Vendo como acontece, aprende mais”

Nestes depoimentos, fica a expectativa dos alunos de que a informática poderia ajudar na resolução de problemas, tornar as aulas de Química menos monótonas, e ainda, segundo os alunos, a simulação ajuda a compreender melhor o que está acontecendo, e esta ciência deixa de ser uma ciência meramente abstrata.

5.3.1 – Atividades Sociais dos Alunos fora do Ambiente Escolar

Torna-se interessante a exposição abaixo, referente aos aspectos da participação social desses alunos, a fim de que se possa observar o perfil de cada grupo e comparar com seu rendimento nas aulas ocorridas num Ambiente Computacional.

Ao fazer o levantamento, através de questionário, sobre as atividades que estes alunos desenvolvem fora do cotidiano escolar, podemos perceber que são jovens que praticam esportes; assistem TV; gostam de filmes românticos, aventura e comédia; lêem poucos livros e suas leituras preferidas são revistas próprias para adolescentes; acessam Internet; muitos possuem pais

separados; já experimentaram bebidas alcoólicas e apostam muito no futuro em busca de um curso universitário.

Pode-se ver nos quadros abaixo que, os alunos que participaram dessa pesquisa não apresentam características diferentes das de qualquer grupo de adolescentes de classe média à média alta de nosso país:

Quadro IX – Participação dos Alunos em Atividades Esportivas.

Grupo	Praticam Esportes	Tipo de esportes que os componentes praticam
Grupo A	50%	handebol, caminhada
Grupo B	100%	natação, musculação
Grupo C	75%	handebol, ginástica
Grupo D	100%	handebol, futsal e vôlei

Quadro X – Programas de TV Preferidos por estes Estudantes

	Jornal	Novelas	Filmes	Programas de Auditório	Outros
Grupo A	50%	75%	25%		
Grupo B		50%			50%
Grupo C	100%	25%	100%	50%	
Grupo D	66%	100%	100%		33%

Quadro XI - Gênero dos Filmes que estes Estudantes Assistem

	Terror	Romântico	Policial	Comédia	Suspense	Ação	Aventura
Grupo A	50%	25%	0%	100%	25%	0%	0%
Grupo B		50%	0%	100%	0%	50%	0%
Grupo C	75%	75%	25%	100%	75%	0%	100%
Grupo D		100%	0%	100%	0%	0%	100%

Quadro XII – Gosto pela Leitura e Tipo de Leitura dos Alunos

	Gosta de Ler	Não Gosta de Ler	Às vezes	Jornais	Revistas	Livros
Grupo A	50%	25%	25%	50%	75%	50%
Grupo B	0%	50%	50%	0%	100%	0%
Grupo C	100%	0%	0%	100%	100%	100%
Grupo D	0%	0%	100%	0%	100%	0%

Quadro XIII – Onde Mora e Com quem Moram nossos Alunos

	com pais	somente mãe	Têm irmãos
Grupo A	50%	50%	100%
Grupo B	50%	50%	100%
Grupo C	100%	0	100%
Grupo D	100%	0	100%

Quadro XII – Relações Sociais

	Pais usam bebidas alcoólicas	Já usou bebidas alcoólicas	Companhia para passear		
			Amigos	Pais	Namorados(as)
Grupo A	25%	100%	75%	25%	75%
Grupo B	100%	100%	50%	0	50%
Grupo C	50%	100%	0	100%	0
Grupo D	100%	100%	100%	0	100%

Fazendo uma comparação entre os grupos, pode-se notar que há uma grande participação esportiva desses alunos, apesar de o Grupo A ter a metade de seus componentes que não gostam de esportes e também não conseguem explicar porque não. Nota-se que o Grupo C é o grupo, cujos componentes, preferem uma maior diversidade na preferência de programas de TV e cinema. Observa-se inclusive que, todos os componentes do grupo assistem a programas de Jornais e reportagens, e também, é o qual menos assiste novelas, além do único que prefere programas de auditório.

Nota-se também que o Grupo C é o grupo que mais destina tempo à leitura, e novamente, com grande variedade. Os Grupos B e C disseram não gostar de ler, porém apresentam gosto por revistas.

Os alunos que participaram deste trabalho são, também, alunos que vem de famílias que apresentam problemas, como se pode ver nos Grupos A e B que possuem componentes cujos pais são separados e ainda, os pais usam bebidas alcoólicas e mais, todos estes jovens já experimentaram algum tipo de bebida alcoólica, porém para efeito desta pesquisa, observa-se que o Grupo C é o grupo que apresenta maior equilíbrio familiar, no qual todos os componentes do grupo vivem com pai e mãe; menor consumo de bebidas

pelos pais e ainda, percebe-se que são mais ligados à família e aos estudos, visto que não têm namorados(as) e saem sempre com os pais.

Buscamos com a demonstração das atividades e comportamento dos alunos fora da escola, apresentar o perfil do estudante que participou desta pesquisa, e analisar alguma influência destes comportamentos durante a avaliação da aprendizagem tanto num ambiente convencional de ensino aprendizagem quanto num Ambiente Computacional.

5.4 – Aspectos de Comportamento e Participação dos Grupos dos Alunos nos dois Momentos do Trabalho.

Buscando a compreensão, através de uma análise qualitativa do desempenho dos alunos, foram feitas algumas anotações em relação ao desenvolvimento das atividades e do relacionamento do grupo durante as aulas, tanto no modo convencional, quanto com o uso da informática.

5.4.1 – No modo convencional.

Grupo – A: Este grupo permaneceu sempre muito disperso, estudaram em grupo somente em sala de aula, enquanto deveriam ter se reunido para estudar o conteúdo também fora do horário de aula. Disseram que estudaram individualmente e que, mesmo assim, entenderam os conceitos teóricos, mas não fizeram os exercícios da apostila. Após apresentarem suas dificuldades e posterior esclarecimentos do professor na lousa, disseram que as dúvidas haviam sido sanadas.

Grupo – B: Uma das principais características deste grupo é a integração de seus componentes, que, mesmo quando não está todo o grupo, pelo menos parte consegue se reunir. Não apresentaram dúvidas em relação aos conceitos. Pediram que fossem resolvidos dois exercícios da apostila.

Grupo – C: Trata-se de um grupo que sempre permaneceu unido, tanto que aproveitaram o sucesso de estudo em grupo para outras disciplinas. Estiveram estudando reunidos o tempo todo. Disseram que entenderam bem os conceitos e resolveram quase todos os exercícios da apostila.

Grupo – D: Encontra-se neste grupo, alunos extremamente introvertido, que não se deram bem trabalhando em grupo, porém, mesmo assim alguns componentes estudaram juntos, fora do horário de aula, nesta etapa deste trabalho. Um dos alunos apresenta sérias dificuldades de aprendizagem, o grupo reage numa tentativa de ajudar, embora o grupo apresente dificuldades de relacionamento, tanto em sala de aula como fora. Apresentaram dificuldades de compreensão dos conceitos e dos exercícios.

Os alunos procuraram seguir, na medida do possível, as orientações do professor, que sempre foi para estudarem juntos, o máximo possível, buscando uma interação entre eles em sua busca pelo conhecimento. Durante estas aulas, em que os alunos trabalharam em grupo, de maneira diferente do que ocorria anteriormente ou mesmo com outras disciplinas, os alunos se sentiam muito à vontade e seguros, pois procurou-se quebrar o sistema rígido que o colégio impõe.

Os alunos tiveram liberdade dentro da sala de aula, na qual podiam consultar os colegas e mesmo sair da sala sem explicar o que iam fazer. Os alunos tornaram-se mais aplicados em seus estudos, e o relacionamento com o professor passou a ser diferente, de amizade e não de professor-aluno, dessa forma diminuíram, inclusive, os problemas de disciplina e as saídas de sala de aula.

5.4.2 – No laboratório de informática.

Grupo - A: Ainda muito disperso, nas primeiras aulas havia apenas um de seus membros, e só conseguiram se reunir nas últimas aulas. Durante as aulas,

reiniciaram os procedimentos com o ambiente diversas vezes. Um dos componentes do grupo dominou o uso do computador e praticamente não permitia o manuseio do *mouse* pelos companheiros. Reclamaram muito da máquina, dizendo que os exercícios não davam certo por que o computador não funcionava. Trocou-se este grupo de máquina com outro grupo que estava indo bem, mas mesmo assim não melhoraram muito seu desempenho com o programa e continuaram apáticos em relação à aula e com o processo que estava ocorrendo.

Grupo - B: Como a maior parte dos componentes deste grupo possuem computador em casa e estão acostumados a lidar com a máquina, todos conseguiram manusear bem o programa, estiveram participando assiduamente de todas as atividades propostas pelo professor e pelo Ambiente Computacional. Apresentaram bom desempenho no decorrer do conteúdo exposto pelo máquina. Um dos alunos, porém, esteve sempre muito disperso, num comportamento diferente do que acontece em sala de aula, parecia pouco interessado pelo ambiente.

Grupo - C: O comportamento deste grupo foi semelhante ao de sala de aula, pois continuaram compenetrados. Procurando entender o conteúdo. Não tiveram problemas com o computador ou com o programa. Percebiam com grande facilidade as mudanças ocorridas nas reações, após as propostas do ambiente. Sentiram a necessidade de consultar material externo, então utilizaram também um livro didático para auxiliar na compreensão do conteúdo. Foi o grupo que apresentou maior desempenho ao longo das aulas, tanto na interação com o ambiente quanto com o conteúdo.

Grupo - D: Apesar das dificuldades apresentadas na interação com o ambiente, conseguiram bom desempenho. O grupo permaneceu mais unido e bastante aplicado. Tiveram muitas dúvidas durante as aulas em relação ao conteúdo, por isto, reiniciaram a aula diversas vezes após verificarem que não haviam entendido o conteúdo e por isto erravam as respostas do exercícios

propostos pelo ambiente.

Pode ser observado, também, que não tiveram paciência de explorar o programa por algum tempo, antes de iniciar a aula, conforme instruções do professor. Esta atitude, certamente, ocorreu devido ao fato de a maioria dos alunos estarem acostumados a utilizar o computador.

Por diversas vezes os grupos solicitaram ajuda do professor, mais com relação aos conteúdos do que em relação ao ambiente, principalmente no que se refere à resolução de exercícios.

Dessa forma, ficou claro que o comportamento, aplicação e interesse dos alunos em relação ao estudo de Química não mudou muito de um ambiente de aprendizagem para outro. Verificou-se que os alunos que se dedicam e procuram aprender, como os alunos dos grupos B e C, continuaram se esforçando muito no ambiente informatizado, enquanto que os grupos A e D, que apresentavam menor desempenho, não mudaram muito suas atitudes.

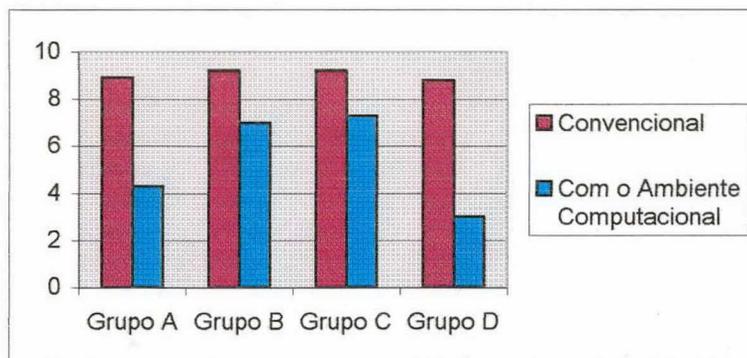
O grupo A continuou praticamente com as mesmas dificuldades, tanto de aprendizagem dos conceitos como da resolução de exercícios e o grupo D, apesar de seu entrosamento – principalmente devido à grande dificuldade de um dos componentes desse grupo – não melhorou, de forma satisfatória, sua aprendizagem.

5.5 - Aspectos Quantitativos de Aprendizagem

Diversos instrumentos de mensuração podem ser utilizados numa avaliação de aprendizagem, e também que, para metodologias diferentes, um mesmo instrumento de medida pode não ser eficiente. Porém para este trabalho optou-se por uma prova escrita, visto o objetivo ter sido o de verificar o quanto os alunos puderam reter em relação aos conceitos das duas matérias aplicadas nos dois momentos diferentes.

Nesta prova foram cobrados dos alunos conhecimentos dos principais conceitos e de resolução de problemas que envolvessem estes conceitos. Os resultados obtidos podem ser vistos na figura 8.

Fig.8 – Título: Diferença de Aprendizagem nos dois momentos de ensino.



Diversos são os fatores que podem ter contribuído para as diferenças na mensuração mostrada acima:

- Uso indevido de instrumento de avaliação, como a prova escrita que sempre foi utilizada na metodologia convencional.
- A primeira matéria não necessitava de tantos conceitos prévios. O estudo dos Princípios de L^e Chatelier exige que os alunos tenham, pelo menos, conhecimento de reações químicas e de estudo de concentração de soluções, que foram estudados em sala de aula antes da aplicação desta pesquisa.
- No primeiro momento os alunos puderam estudar em casa em grupo ou individualmente, enquanto no segundo, somente no colégio, devido ao fato de não terem levado esse Ambiente Computacional para casa.
- Instrumentos de mensuração de conhecimento são falhos, pois nem sempre conseguem medir o quanto o aluno aprendeu, mas apenas se aprendeu aquilo que está sendo cobrado.
- As oito horas aula aplicadas no primeiro momento ocorreram no decorrer

de três semanas(as aulas nas primeira e segunda semanas e a avaliação na terceira), enquanto no segundo momento, o mesmo número de horas aula foram aplicadas numa única semana(as aulas em dois dias consecutivos e a avaliação no terceiro dia, o que também colaborou para a impossibilidade dos alunos de se prepararem para esta avaliação, com estudos prévios em casa).

5.6 – Expectativas dos Alunos em Relação à Informatização do Ensino e da Metodologia Utilizada.

Existe, por parte dos alunos e de professores uma grande expectativa acerca do ensino através do computador, bem como também das atividades realizadas em grupo. Foi questionado aos alunos o que ficou dessas expectativas após este tipo de aula, e responderam deixando claro que não foi exatamente o que esperavam, conforme pode-se ver algumas dessas opiniões.

Quando perguntou-se o que eles achavam que a informática poderia fazer pela aprendizagem dos conteúdos de Química, obteve-se as seguintes respostas:

“Pode auxiliar, como também pode se tornar monótona se sempre for no computador”

“Ela poderá aumentar o rendimento da aprendizagem e o interesse dos alunos”

“Mais um incentivo para aprender Química”

“Poderá auxiliar, mas não integralmente”

“Como na escola não possuímos um laboratório de Química, ajuda na

simulação das reações químicas, etc.”

“Podemos visualizar o que aprendemos”

“É um modo diferente de aprender, chama mais atenção e pode haver uma maior fixação do conteúdo”

Estes depoimentos levam a entender que o uso de um Ambiente Computacional para o ensino de Química pode ser motivador e interessante para os alunos, trazendo benefícios como a simulação de reações ou a visualização de fenômenos invisíveis, tornando mais concreto as abstrações desta ciência. Mas ficou claro, também, que a aprendizagem através deste instrumento pode ser tão monótona e ineficiente quanto aulas convencionais e que podem requerer um auxílio maior por parte do professor ou de algum outro instrumento como giz e lousa ou laboratório específico.

Estas opiniões puderam ser confirmadas quando os alunos foram perguntados o que eles achavam de aulas ministradas através do uso de computadores ou laboratórios:

“..., mas também deve ser auxiliada pelo professor.”

“...muito interessante.”

“... é a mesma coisa, só que mais fácil de aprender.”

“Assim fica mais claro os conteúdos, pois só na teoria às vezes é difícil a compreensão.”

“Somente a apostila não traz conhecimentos necessários. Na verdade o professor só fala, fala, fala, mas quando nós presenciamos e vimos a reação gravamos com maior facilidade.”

“Bom, porque vendo como acontece, fica mais fácil de ser entendido”.

Questionados sobre o que eles aprenderam na aula de Química com o ambiente LeChat-2.1, notou-se que seu depoimento condiz com os resultados obtidos na avaliação, pois apesar das expectativas com o uso deste instrumento, houve muita insegurança quanto a aprendizagem.

“A minha aprendizagem não foi 100%, pois a matéria ainda está em fase de compreensão, pois facilitaria um pouco mais se ocorrer uma introdução da matéria”

“Aprendi muita coisa, e como é mais fácil trabalhar exercícios no computador”

“Não muita coisa, porque a matéria não foi bem entendida”

“Quase nada, pois não tive conhecimento antecipado desta matéria”

“Tive uma aprendizagem maior, mas seria melhor se o professor também explicasse”

“Não muito, pois o conteúdo era difícil e não foi explicado antes”

“Um pouco mais sobre a matéria, mas facilitaria um pouco se o professor estivesse explicado a matéria”

“Estudamos sobre o equilíbrio das substâncias, mediante variações no volume e na temperatura”

Os alunos deixam muito claro com estas respostas que só com este ambiente, mesmo possuindo razoável conformidade de presteza, não é possível aprender bem um conteúdo. Ficou claro que alguns alunos gostariam que a

matéria tivesse sido explicada antes, provavelmente utilizando giz e lousa. Existe uma visível insegurança em relação à aprendizagem, pois sentiram muito a falta do professor falando e explicando o conteúdo. Levou a entender que este ambiente não deve ser utilizado como um instrumento único da aprendizagem, mas apenas como reforço e fixação.

Em relação à metodologia trabalhada, os alunos apresentaram-se bastante dispostos trabalhando em grupo, e se sentiram muito à vontade, pois sempre tinham alguém próximo para recorrer as dificuldades. Perguntados se o trabalho em grupo ajudou ou não a compreender os conteúdos, as respostas obtidas foram as seguintes:

“Sim, pois quando você tem dúvidas, os outros elementos do grupo ajudam a compreender, o que não aconteceria se estivesse sozinho”

“Sim, porque um tira a dúvida do outro”

“Não, pois o meu grupo não colaborou”

“Sim, pois dava pra trocar idéias entre outras pessoas”

“Sim, pois são opiniões diferentes e você tem que juntar todas em uma só”

“Sim, pois o conteúdo era difícil”

“Nem tanto, mas é mais fácil, porque se você está no grupo e tem alguma dúvida o outro pode explicar”

Há um consenso de que trabalhar em grupo, desde que haja participação, se torna mais fácil, visto que a possibilidade de discussão e de análise de situações são mais efetivas quando se têm mais pessoas pensando e buscando as respostas. Portanto, concluí-se que a metodologia de trabalho

em grupo foi bem aceita pelos alunos.

Outrossim, segundo estes alunos, um Ambiente Computacional de Química pode proporcionar a possibilidade de constantes revisões e atualizações durante a aprendizagem de um conteúdo; auxílio na resolução de problemas; aprendizagem lúdica; visualização de fenômenos invisíveis no mundo real, além de propiciar maior atração e motivação para o estudo desta disciplina.

Além disso, a análise das respostas destes alunos levou a entender que a aprendizagem de Química não vai acontecer simplesmente colocando o aluno diante de um computador, mesmo que se tenha um ambiente que apresenta excelência em conformidades ergonômicas, ou ainda que sejam alunos com alto potencial de aprendizagem devido ao equilíbrio familiar ou interesse pelos estudos, como demonstrado no levantamento do perfil dos componentes do grupos.

Pois, mesmo utilizando metodologia que visa mais o processo de aprendizagem que o resultado final, é necessário que haja acompanhamento, muito próximo, por parte de um professor. E também que, este docente, esteja apto a intermediar a construção do conhecimento do aluno a partir de sua interação com o ambiente proposto e as relações com seus companheiros de estudo.

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscou-se com esta pesquisa algumas respostas para o ensino de Química no nível médio, na qual se esperava que a informática educacional pudesse ser uma opção para tornar o processo ensino/aprendizagem de seus conteúdos mais eficientes, visto tantas peculiaridades atrativas que se pode usar. Mas, a informática, em si, ainda está longe de resolver todos os problemas de aprendizagem, principalmente daqueles alunos que apresentam dificuldades.

6.1 – Conclusões

O uso dos Ambientes Computacionais ainda não é a palavra final na resolução dos problemas de aprendizagem de Química. Pois, o que encontrou-se foi uma melhora, em alguns alunos, em relação à motivação e aplicação nos estudos, não que a informática educacional o tenha promovido, mas sim o entusiasmo pela informática ou até mesmo pelo fato da aula fora do cotidiano do aluno.

Diversos Ambientes (*softwares*) têm sido desenvolvidos buscando tornar o estudo de Química uma construção em que o aluno não seja um mero repetidor dos conceitos e experimentos desenvolvidos por esta ciência, ao longo de sua história, mas de uma maneira que seja útil para sua vida, para o seu dia-a-dia, portanto, cumpre ressaltar que se um Ambiente Computacional for elaborado de maneira que valorize os conceitos de desenvolvimento cognitivo e conceitos da ergonomia de *softwares* educacionais, poderá sim, num futuro, colaborar para a melhoria do ensino

As mais diversas correntes filosóficas e psico-pedagógicas consideram a máquina mais como um instrumento que tende a valorizar o homem do que um instrumento de ensino, fazendo com que estudantes melhore as relações com seus pares, promovendo o crescimento cognitivo de maneira autônoma, porém colaborativa.

Para que um Ambiente Computacional chegue o mais próximo de seus objetivos, torna-se necessário que seja exigido algumas qualidades, tanto pedagógicas quanto em conformidades ergonômicas. A análise do ambiente computacional proposto neste trabalho, favoreceu o entendimento de algumas de suas características, levando a compreensão do porque de sua eficiência ou não durante seu uso pelos alunos. Os resultados obtidos nesta análise procurou ilustrar as qualidades do Ambiente Computacional.

Entende-se e fica claro que o Ambiente Computacional utilizado não é um ambiente elaborado com todos os recursos da hipermídia e de audiovisual que a informática nos oferece atualmente.

Os resultados encontrados vem atender ao objetivo principal deste trabalho, que foi fazer a comparação da aprendizagem de Química usando um Ambiente Computacional para o ensino desta disciplina no Nível Médio.

Verificou-se que, um Ambiente Computacional por mais bem elaborado que seja – inserido criteriosamente em algumas características ergonômicas, como as citadas no capítulo 4 – todo e qualquer planejamento e metodologia para uso dessas ferramentas deve valorizar e considerar mais o relacionamento aluno-aluno, professor-aluno, aluno-escola do que o próprio Ambiente a ser utilizado. Como vimos nas diversas abordagens e teorias pedagógicas explicitadas no capítulo 03 deste trabalho, não se pode considerar aprendizagem o fato de se reter informações, e sim o seu uso adequado e compartilhado.

Em relação à comparação do desempenho de alunos do ensino médio, utilizando-se Ambientes Computacionais para aprendizagem de Química, com o desempenho que teriam com aulas convencionais(giz e lousa). Observou-se que os alunos esperam muito quando vão para o laboratório de informática. Esperam que surja uma maneira de aprender sem muito esforço. Em suma, os melhores resultados foram obtidos pelos alunos que já se saíam bem na aula

convencional e os alunos com dificuldades de aprendizagem apenas apresentaram mais interesse pela aula, porém continuaram com baixo rendimento.

Por fim, a máquina é apenas um instrumento, um meio, não um fim. Dessa forma, assim como hoje temos o computador com ambientes em hipermídia e até Inteligência Artificial, amanhã poderemos ter outros meios com diferentes poderes de transmissão de informação e exercendo outras expectativas e fascínios sobre o homem.

Isto leva a concluir que a metodologia mais adequada de se utilizar um Ambiente Computacional para o ensino é aquela que valoriza a interação entre os estudantes, de maneira que promova a construção comum, e privilegie mais a ação humana do que a ação da máquina, portanto, uma metodologia de interação e de integração como as propostas pelos conceitos de colaborativismo e cooperativismo.

A partir dos estudos das abordagens e teorias pedagógicas visando contribuir para o desenvolvimento de metodologia para o uso de Ambientes Computacionais, conclui-se com esta pesquisa, que a melhor maneira de trabalhar com esta ferramenta de ensino e de aprendizagem é a formação de grupos de alunos, para que possam aprender juntos, tanto o programa quanto o conteúdo.

Pôde-se verificar neste trabalho, também que, os alunos que mais praticam esportes; vêem variados gêneros de programas de TV e de filmes; que praticam a leitura de varias fontes de informação, como revistas, livros, e outros e que têm melhor relacionamento com a família, são os que mais conseguem participar e obter bons resultados quantitativos e qualitativos em sua aprendizagem, como demonstrado no capítulo 5.

O melhor aproveitamento das aulas ocorreram nos dois grupos que mais generaliza suas atividades cotidianas, levando a pensar que quanto maior a variedade de atividades realizadas pelos estudantes, mesmo fora da escola, maior será sua aprendizagem tanto nas aulas convencionais como nas aulas informatizadas e, os Grupos B e C, que mais apresentam estas características, foram os que demonstraram maior interesse pelas aulas, e puderam obter os melhores resultados, além de melhor terem assimilados a mudança da metodologia convencional para o Ambiente Informatizado.

Ao avaliar o Ambiente Computacional que seria utilizado, esperava-se que fosse obtido uma validação ergonômica para o programa. Atingiu-se este objetivo com sucesso, pois a partir do uso da TICESE pôde-se fazer a análise do LeChat 2.1 e verificou-se que este ambiente possuía características ergonômicas que colaboraram para sua aplicação neste trabalho.

O levantamento bibliográfico para a realização desta pesquisa poderá favorecer quem tiver interesse em introduzir o uso de Ambientes Computacionais em suas aulas. Visto estar demonstrado que o uso do computador para o processo ensino/aprendizagem deve ir além de reproduzir o que acontece na sala de aula tradicional, o professor deve permitir que o aluno ultrapasse sua capacidade de reproduzir e seja-lhe permitido criar e compartilhar.

6.2 – Trabalhos Futuros

A metodologia utilizada nas aulas que gerou os resultados finais deste trabalho poderiam ser substituída por outras, como por exemplo: trabalhar com os alunos individualmente. Verificar e comparar os rendimentos com os resultados encontrados nas atividades desenvolvidas em grupo.

Ou, ainda, seria propício utilizar outros Ambientes com os mesmos conteúdos utilizados nesta pesquisa, a fim de verificar as diferenças de aprendizagem a partir de outras *interfaces*.

Sugere-se que seja aplicado, também, um conteúdo, de forma que os alunos tenham aulas simultaneamente com o uso de Ambientes Computacionais e reforços do professor utilizando giz e lousa, inclusive, muito sugerido pelos alunos que participaram desta pesquisa.

Situações diferentes, como alunos de padrão sócio-econômico inferior poderiam apresentar resultados diferentes, mais positivos ou mais negativos do que encontrados neste trabalho:

- Positivos – O fato de os alunos não terem acesso à informática poderia provocar uma motivação maior, e a aprendizagem teria sido mais significativa.
- Negativos – O fato de alunos não terem acesso à informática poderia acarretar demora desnecessária com os recursos da informática, prejudicando o andamento do processo ensino/aprendizagem do conteúdo proposto.

Portanto, fica a sugestão de trabalhos no sentido de verificar estas suposições, que são meras hipóteses.

7.0 – BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, Maria Elizabeth de. Informática e Formação de Professores. Proinfo: informática e formação de professores. Secretária de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação, Seed, 2000. v. 1

ARANHA, M. L. de Arruda. e MARTINS, M. H. Pires. Filosofando: Introdução à Filosofia. 2ª edição, São Paulo: Moderna, 1996. pp. 116-175.

ARNONI, Maria Eliza Brefere. Metodologia Mediadora da Construção do Conhecimento. Jales: [s.n], 1993. 26p.

BARONOFSKY, Jerald J. The Future of Textbooks? In Cientists @ ChemNews. Cambridge - USA. v.11, n. 01, p. 16-17, 2001.

BARRON, A. E. & HYNES, M. Using Technology to Enhance Communication in Mathematics. In: P.C. Elliott (Ed.), National Council for Teaching of Mathematics: Yearbook, 1996. pp.126-136.

BARBOSA, Maria Ferraz; NUNES, Eny M. de Almeida e SENA, Nathália K. Web Sites governamentais: uma esplanada à parte. Ci. Inf., Brasília, v. 29, n.1, p.118-125, jan./abr. 2000.

BIANCHINI, Daniel Vasconcelos. História da Química: Química união dos saberes. Disponível em <http://143.107.237.20/~edsonro/Out98/2950689b.htm>. Acesso em 11/03/2001.

BITTENCOURT, Jane. Informática na educação? Algumas considerações a partir de um exemplo. In: Rev. Fac. Educ. São Paulo, v.24, n.1, jan/jun. 1998

BLACK, Erika. Behaviorism As A Learning Theory. Disponível em: <http://129.7.160.115/inst5931/Behaviorism.html>. Acesso em: 19/02/2001

BOCK, Ana M. B.; FURTADO, Odair; TEIXEIRA, M. de L. T. Psicologias: Uma Introdução ao Estudo de Psicologia. São Paulo: Saraiva, 9ª ed., 1996. pp-41-51/80-95

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio: parte 3 – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 1998.

CANEDO, Leticia B. A revolução industrial: tradição e ruptura. In: CARVALHO, Geraldo Camargo de. Química Moderna 1: Introdução à atomística, Química geral qualitativa e Química geral quantitativa. São Paulo: Scipione, 1995. p. 10.

CARNEIRO Maria L. F. e CARDOSO, Michele de O. SINCO - um software para apoio ao ensino de Engenharia Química. Disponível em <http://www.c5.ieinvestiga/actas/ribie98/132.htm>. Acesso em 17/03/2001

CHAVES, Eduardo. O Que é Software Educacional?. Disponível em: <http://www.edutecnet.com.br/texts/self/edtech/softedu.htm>. Acesso em: 17/11/00.

COLL, César e SOLÉ, Isabel. Os professores e a concepção construtivista. In: COLL, César, *et al.* O Construtivismo na Sala de Aula. São Paulo: Ática, 1998. pp. 09-28

CORREIA, Claudia e ANDRADE, Heloisa. Noções Básicas de Hipertexto. Disponível em: <http://www.facom.ufba.br/nbasicas.html> . Acesso em: 01/10/99

CYBIS, Walter de Abreu. Uma abordagem ergonômica para Interfaces Humano-Computador. Apostila Labiutil. INE - CTC - UFSC. 1998

DALLACOSTA, A., FERNANDES, A. M. da R. e BASTOS, R.C. Desenvolvimento de um software educacional para o ensino de química relativo a tabela periódica. Disponível em: <http://www.c5.ieinvestiga/actas/ribie98/160.htm>. Acesso em 20/01/2001.

DAVIES, Antony N. Online services for your desktop on a pay-as-you-surf principle ACD/Labs I-Lab. In Revista Spectroscopy Europe, Dortmund - Germany, n. 13, p. 22-28, 01/2001.

EICHLER, Marcelo L. e DEL PINO, José C. Carbóplis: Meio ambiente, resolução de problemas e software educacional. Disponível em <http://www.c5.ieinvestiga/actas/ribie98/130.htm>. Acesso em 13/03/2001.

FADIMAN, James; FRAGER, Robert. Teorias da Personalidade. São Paulo: Harbra, 1986. pp187-205.

FERREIRA, Aurélio B. de Holanda. Novo Dicionário da Língua Portuguesa. 2ª ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1996.

FINO, Carlos Nogueira. Um software educativo que suporte uma construção de conhecimento em interação (com par e professor). Disponível em: http://www.minerva.uevora.pt/simposio/comunicacoes/Carlos_Fino.html. Acesso em: 09/04/2001

FITZGERALD, Gail E. In: Multimedia and Megachange: New Roles for Educational Computing (eds. W. Michael Reed, John Burton, and Min Liu): The Haword Press Inc., 1994. p.47-68.

GAMEZ, Luciano. TICESE - Técnica de inspeção de conformidade ergonômica de software educacional - Dissertação de mestrado Submetida à Universidade do Minho - Portugal. 1998. Disponível em: <http://www.eps.ufsc.br/disc/intromc/anal5/sld021.htm> .

GUILHARDI, Helio J. A Proposta do Behaviorismo. Disponível em: <http://www.cemp.com.br/textos15.htm>. Acesso em: 08/02/2001

KOMOSINSKI, Leandro J.; LACERDA, Carmem D. de F. de Lacerda e FALQUETO, Jovelino. Uso de Agentes para Apoio à Mediação de Diálogos Entre Estudantes via Internet. Disponível em: http://www.inf.ufsc.br/~leandro/pesquisa/publicacoes/artigoRIBIE2000_Komosinsk_Lacerda_Folqueto_completo.pdf. Acesso em 14/04/2001.

LABIÚTIL - Laboratório de Utilidades. Ergolist. Disponível em: <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/index.html>. Acesso em: 14/04/2001.

LAASER, Wolfram. Desenho de Software para o Ensino a Distância. Disponível em : <http://www.intelecto.net/ead/laaser2.html>. Acesso em: 17/11/00.

LÉVY, Pierre. As tecnologias da inteligência. O Futuro do pensamento na era da informática. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993. Cap. 1.

LÉVY, Pierre. Educação e Cibercultura: A nova relação com o saber. Disponível em: <http://portoweb.com.br/PierreLevy/educaecyber.htm>. Acesso em: 08/11/00.

LOYOLLA, Waldomiro e PRATES, Mauricio. Educação à Distância Mediada por Computador (EDMC) – Uma Proposta Pedagógica para a Pós-Graduação. Disponível em: <http://www.puccamp.br/~prates/edmc.html>. Acesso em: 01/12/2000.

LUCKESI, Cipriano Carlos. Avaliação da Aprendizagem Escolar: estudos e proposições. 7ª ed. São Paulo: Cortez, 1998. p.85-101.

MADDUX, Cleborne D. Educational Computing: Learning with Tomorrow's Technologies. USA: Allyn&Bacon, 1997. Chap. 9/10, p. 179 -235.

MATOS, M. A. Behaviorismo Metodológico e Behaviorismo Radical. Disponível em: <http://www.cemp.com.br/textos2.htm>. Acesso em 08/02/2001.

MIRAS, Mariana. Um Ponto de Partida para aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios. In: COLL, César, et al. O Construtivismo na Sala de Aula. São Paulo: Ática. 1998. pp. 57-77.

MISUKAMI, Maria da Graça Nicoleti. ENSINO: As Abordagens do Processo. São

Paulo: EPU, 1986.

MORAES, Raquel de Almeida e SILVA, Henderson. Aula Virtual e Democracia. Disponível em: <http://www.pedagogia.pro.br/aula%20virtual%20e%20democracia.htm>. Acesso em: 08/11/00.

MORAN, J. M. Mudar a forma de ensinar e de aprender com tecnologias. Disponível em: <http://www.divertire.com.br/artigos/artigos.htm>. Acesso em: 10/03/2001.

MURPHY, Karen L. Delivery Modes. Disponível em: http://disted.tamu.edu/classes/tel_tech.html. Acesso em: 09/04/2001.

NIELSEN, Jacob. Heuristic Evalition. Disponível em: http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html. Acesso em: 01/03/2001

ONRUBIA, Javier. Ensinar: criar zonas de desenvolvimento proximal e nelas intervir. In: COLL, César, et. al. O Construtivismo na Sala de Aula. São Paulo: Ática, 1998. pp. 123-151

PAIVA, João C. de M., GIL, Victor M. S. e CORREIA, António F. O programa "Lechat" - Simulações em Equilíbrio Químico. Disponível em: <http://nautilus.fis.uc.pt/personal/jcpaiva/artigos/ALECHAT2.htm>. Acesso em: 21/01/2001

PELLEGRINI, Denise. Aprenda com eles e ensine melhor. In: Nova Escola, v. I , n. 139, p. 19-25, jan./fev. 2001.

RAMOS, Edla Maria Faust. Análise ergonômica do sistema hipernet buscando o aprendizado da cooperação e da autonomia - Tese de doutorado - Submetida à Universidade Federal de Santa Catarina. 1995.

REEVES, Tom. Evaluating What Really Matters in Computer-Based Education. Disponível em: <http://www.educationau.edu.au/archives/cp/reeves.htm>. Acesso em: 18/04/2001

RIPER, Afira V. O ambiente Logo como instrumento de mediação de processos de construção cognitiva no contexto da pré-escola. Disponível em: http://phoenix.sce.fct.unl.pt/ribie/cong_1994/volume_II/C3/II_124_137.html. Acesso em: 09/04/2001

RODRIGUES, Rosângela Schwarz. Modelo de Avaliação para Cursos no Ensino a Distância: estrutura, aplicação e avaliação. Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 1999.

ROSA, P. R. da Silva. Informática na Educação: Algumas Possibilidades. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 8, 1996, Campo Grande. Caderno de Resumos e Anais. Campo Grande: Editora UFMS, 1996. 178p. p. 86-90.

ROSAS, Ricardo e STRASSER, Katherine. Propuesta de um Modelo para el Diseño de Sistemas Instruccionales Inteligentes. Disponível em: http://phoenix.sce.fct.unl.pt/ribie/cong_1998/CONGRESS.../COMUNIC.htm . Acesso em: 14/04/2001

SAMUDIO, Afonso Paz. Teorias, Metateorias y Modelos Pedagógicos em el Contexto Nacional Actual. Disponível em: http://www.pedagogica.edu.co/pon_teorias_y_metateorias.htm . Acesso em: 07/02/2001

SÃO PAULO. Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Diretrizes para o ensino de química 2º grau. 3ª ed. São Paulo: SE/CENP, 1992. 36p.

SILVA, Cassandra Ribeiro de Oliveira e. Bases Pedagógicas e Ergonômicas para Concepção e Avaliação de Produtos Educacionais Informatizados. Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 1998.

SKINER, B. F. Tecnologias do Ensino; tradução de Rodolpho Azzi. São Paulo: EPU, 1972. p. 27-37.

SWARTZ, Michael W. Desktop to Enterprise Solutions. In: Cientists @ ChemNews. Cambridge - USA. v.11, n. 01, p. 8-9, 2001.

TIJIBOY, A. V. e MAÇADA, D. L. Cooperação/Colaboração em Ambientes Telemáticos. Disponível em: <http://www.niee.ufrgs.br/cursos/topicos-ie/ana/conceito.htm> . Acesso em: 02/11/99

TOGNAZZINI, Bruce. First Principles. Disponível em: <http://www.asktog.com/basics/firstPrinciples.html> . Acesso em 01/05/2001.

VIEIRA, Fábria Magali Santos. A Utilização das Novas Tecnologias na Educação numa Perspectiva Construtivista. Disponível em: <http://www.proinfo.gov.br/didatica/textosie/textos/txtnovatec.zip> . Acesso em: 12/11/1999

VIEIRA, Sergio Lontra. Contribuições e Limitações da Informática na Educação Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 8, 1996, Campo Grande. Caderno de Resumos e Anais. Campo Grande: Editora UFMS, 1996. 178p. p.125-126.

VIGOTSKY, L.S. Pensamento e Linguagem. São Paulo: Martins Fontes. 1996. p. 71-101.

VIVAS, Ricardo V. Jaime e SOSA, Hernando Andrade. Representacion dinamico sistemica del aprendizaje, y rol de la informática em um esquema pedagogico constructivista. Disponível em: <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie98/137M.html>. Acesso em: 17/03/2001

ZANON, Lenir Basso. Química/Ciência Para Formação do Cidadão. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 8, 1996, Campo Grande. Caderno de Resumos e Anais. Campo Grande: Editora UFMS, 1996. 178p. p. 38-43.