UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

NILSON FONSECA MIRANDA

TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE QUÍMICA

FORTALEZA
2007.

NILSON FONSECA MIRANDA

TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE QUÍMICA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Educação. Área de concentração: Tecnologias Digitais.
Orientador: Prof. Dr. Doutor José Aires de Castro Filho.

FORTALEZA - CE
2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo autor.

M644t Miranda, Nilson Fonseca.
Tecnologias Digitais no Ensino de Química / Nilson Fonseca Miranda. – 2007.
208 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Fortaleza, 2007.
Orientação: Prof. Dr. José Aires de Castro Filho.

1. Tecnologias Digitais. 2. Ensino de Química. 3. Softwares Educativos. I. Título.

CDD 370

NILSON FONSECA MIRANDA

TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE QUÍMICA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Educação. Área de concentração: Tecnologias Digitais.
Orientador: Prof. Dr. José Aires de Castro Filho.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

_____
Prof. Dr. Doutor José Aires de Castro Filho(Orientador).
Universidade Federal do Ceará (UFC)

_____
Prof. Prof. Dr. João Batista Carvalho Nunes
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

_____
Profa. Dra. Regina Célia Monteiro de Paula
Universidade Federal do Ceará (UFC)

_____
Professora Dra Ana Karina Morais de Lira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

_____
Professora Dra Selma Elaine Mazetto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho à minha família: Renilde Fonseca (Mãe); Chico Miranda (Pai); aos meus filhos: Luis Eduardo e Maria Antonia e aos meus irmãos: Nilton, Maria Neuma, Nilvon, Nielson e Nilfrânio, os quais me apoiaram integralmente para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos colegas de curso, aos professores e funcionários do programa de Pós-Graduação em Educação da UFC, pelo companheirismo convivido nessa temporalidade de realização do Doutorado.

Agradecimento especial ao meu orientador, Professor Dr. José Aires de Castro Filho, por dividir comigo a difícil tarefa de produzir conhecimento. Além disso, pelas orientações; leituras críticas do trabalho; pela liberdade e confiança depositada em mim; pela acolhida, pela calma e firmeza no acompanhamento, tornando possível a realização desse trabalho.

A professora e amiga Dra. Rita sou muito grato, pelo incentivo e apoio, sobretudo, no início dessa longa caminhada. Ao professor Dr. Luiz Botelho, pelas aulas e debates durante o curso. Agradeço as professoras Dra. Ana Karina e Dra. Selma Mazetto, pelas inúmeras contribuições na qualificação do projeto.

Aos colegas de trabalho da Universidade Federal do Piauí – UFPI que fizeram da ausência um momento de solidariedade. Agradeço em particular aos professores e colegas de curso do núcleo Piauí: Newton Freitas; Bárbara; Gildásio Guedes; Armstrong; Lurdinha; Beatriz e Antônia Dalva.

A Capes – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, meu agradecimento pelo apoio financeiro por meio de bolsa de estudos, sendo vital para minha dedicação integral ao longo dessa jornada.

Por fim, agradeço a Deus, por ter permitido a realização deste trabalho.

Atualmente, não se questiona mais sobre a utilização de tecnologia na escola, mas sim, sobre quais as tecnologias mais apropriadas e como as mesmas devem ser utilizadas. Boa parte do uso das tecnologias na escola ainda tem se restringido a usos pouco interativos com programas em que o aluno somente acompanha um conteúdo e posteriormente realiza testes e exercícios. Outros usos têm sido primordialmente no aspecto técnico como planilhas eletrônicas ou pesquisa na Internet. Professores têm acessado a Internet e outras tecnologias digitais para enriquecer e apoiar suas aulas, mas nem sempre utilizam o real potencial que a tecnologia pode oferecer.

José Ayres de Castro Filho

RESUMO

Este trabalho analisa o discurso dos professores de química da Universidade Federal do Piauí acerca do uso das tecnologias digitais, *sites e softwares* educativos, concebidas como ferramentas aplicadas ao ensino de química. Analisa também a forma de utilização na sala de aula dos *softwares*: spartan; origin; química orgânica II e dos *sites*: nautilus; chemkeys; ucs; qmc.ufsc e quark. O objetivo fundamental é verificar como o uso dessas ferramentas contribui pedagogicamente para o processo de ensino/aprendizagem na área da química. O aporte teórico utilizado sustenta que as tecnologias digitais por si só não estabelece, nem catalisa mudanças na prática pedagógica, mas a forma como é concebida pelo professor e utilizada no sistema de ensino, potencializa a eclosão de sucessivas inovações e posterior mudança no paradigma educacional. Para o desenvolvimento desta pesquisa foi utilizada uma metodologia qualitativa a fim de possibilitar a busca do conhecimento químico compreendendo que essa produção também se elabora na troca, na socialização, às vezes conflituosas, que os diferentes atores envolvidos promovem ao enfrentarem e representarem suas realidades, preenchendo-as de significações diversas. Neste sentido, foram analisados: (a) o discurso dos professores obtido através de entrevista; (b) os dados sobre *sites e softwares* educativos utilizados no ensino de química obtidos através de uma grade de análise produzida para esta finalidade. O resultado da análise dos dados gerados aponta para algumas razões positivas que justificam a utilização das tecnologias digitais no ensino de química: rapidez e eficiência na obtenção de informações; acesso a novos conhecimentos e maior agilidade no aprendizado. Além disso, possibilita fazer simulação mediante experimentos virtuais, oportunizando professores e alunos a adquirirem informações recentes e possibilidades de acesso a novos conhecimentos.

Palavras-chave: 1.Tecnologias digitais; 2. Softwares educativos; 3. Educação química.

ABSTRACT

This work analyzes the speech of the Chemistry professors of Universidade Federal do Piauí about the use of digital technologies, educational sites and softwares, conceived as tools applied to the teaching of Chemistry. It also analyzes the usage of softwares in the classroom: Spartan; origin; organic Chemistry II and the sites: nautilus; chemkeys; ucs; qmc.ufsc and quark. The main goal is to verify how the use of such tools contribute pedagogically to the teaching/learning in the area of Chemistry. The theoretical contribution used supports that the digital technologies themselves don't stablish nor catalyze the changes on the pedagogical practice, but the way which it is conceived by the teacher and the way it is used at the teaching system, intensifies the development of successive innovations and later change in the posterior change in the educational paradigm. As for the development of this research a qualitative methodology was used in order to make the search of chemical knowledge possible bearing in mind that this production also comes from the exchange, the socialization, sometimes conflicting, that the different agents involved promote when they're facing and representing their realities, completing them with various definitions. In this sense, (a) the speech of the teachers obtained through interviews, (b) the data about educational sites and *softwares* used on the chemistry teaching obtained through a grid of analysis produced for this purpose have been analyzed. The result of the collected data analysis aims at some positive reasons that justify the use of digital technologies on the Chemistry teaching: quickness and efficiency in the obtainment of information; access to new acquirements and higher agility at learning. Besides, it makes the simulation through virtual experiments possible, gives the opportunity to teachers and students to acquire modern information and possibilities of access to new acquirements.

Keywords: 1. digital technologies; 2. Softwares educative; Chemistry Educacion

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - O relacionamento entre ciência, tecnologia, sociedade e o aluno..... 40

Figura 2 - Moléculas de surfactantes e micelas em cauda hidrofóbica e cabeça Hidrófila 58

Figura 3 - Ação do ânion tensoativo do sabão: fase de adesão 59

Figura 4 - Ação do ânion tensoativo do sabão: fase de desligamento.....59

Figura 5 - Ação do ânion tensoativo do sabão: fase de emulsão.....60

Figura 6 - Barco de papel movido a surfactante: antes de colocar detergente sobre a água 63

Figura 7 - Barco de papel movido a surfactante: após colocar detergente sobre a água 63

Figura 8 - Pessão de um gás em função das variáveis: T, V e n 66

Figura 9 - Pressão de um gás em função das variáveis: redução de volume e aumento na quantidade de moléculas 66

Figura 10 - Pressão de um gás em função das variáveis: aumento da temperatura e aumento na quantidade de moléculas/ aumento da quantidade de moléculas e redução de volume 67

Figura 11 - Pressão de um gás em função das variáveis redução de volume, aumento na quantidade de moléculas e aumento da temperatura.....68

Figura 12 - Produção e uso de software educativo na prática pedagógica de Química 78

Figura 13 - Software sobre Química Orgânica II – Reações Orgânicas.....79

Figura 14 - Molécula de propanona (acetona).....81

Figura 15 - Molécula de propanona (acetona). Estrutura de ressonância do grupo carbonílico.....81

Figura 16 - *Site* webelements 89

Figura 17 - Interações moleculares do plástico com a água.....89

Figura 18 - *Site* nautilus na página *molecularium* 91

Figura 19 - Página da qmcweb, Revista Eletrônica de Química/ufsc 91

Figura 20 - Núcleo de Apoio ao Ensino da Química: Textos Interativos 92

Figura 21 - Site chemkeys 92
Figura 22 - Site quark. qmc.ufsc 93
Figura 23 - Representação da nuvem eletrônica das moléculas de Cl_2 e HCl 157
Figura 24 - Representação da nuvem eletrônica das moléculas de cloro-benzeno e benzeno.....157
Figura 25 - Potencial eletrostático para as moléculas de benzeno e Piridina 158
Figura 26 - Mapa de potencial eletrostático do benzeno e representação da interação.....159
Figura 27 - Mapa de potencial eletrostático da água e representação das interações de suas moléculas.....159
Figura 28 - Orbitais do tipo “p” na molécula de eteno.....160
Figura 29 - Cargas do oxigênio e hidrogênio da ligação O – H no ácido etanoico, no ácido 2-fluor-etanoico, no ácido 2,2-difluor-etanóico e no 2,2,2-trifluor-etanóico, respectivamente, e a distancia entre átomos não ligados 161
Figura 30 - Carga dos carbonos orto, meta e para no nitrobenzeno e Tolueno.....162
Figura 31 - Tela do *software química orgânica II - reações orgânicas’* *171*
Figura 32 - Cálculos de concentração de soluções.....175
Figura 33 - Tela típica que representa o site ucs.br.....186
Figura 34 - Tela típica representando o *site quark*.....187
Figura 35 - Tela típica representando o site chemkeys 187

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Aspectos enfatizados no ensino clássico de ciências e no ensino de CTS 41

Tabela 2 - Ensino de ciência tradicional e ensino de CTS 42

Tabela 3 - Nove aspectos da abordagem de CTS 43

Tabela 4 - *Sites* utilizados pelos professores de Química da UFPI..... .72

Tabela 5 - Características de qualidade de um *software* educacional 110

Tabela 6 - Tipos de softwares educacionais na web..... 111

Tabela 7 - Uso das tecnologias digitais como ferramenta pedagógica no processo de ensino/aprendizagem em química 118

Tabela 8 - Utilização de ferramenta tecnológica na prática pedagógica de Química 119

Tabela 9 - Grau de uso da ferramenta na prática pedagógica de Química. 120

Tabela 10 - *Sites* especializados em Química utilizados na prática Pedagógica 123

Tabela 11 - Softwares especializados em química utilizados em sala de aula.....124

Tabela12 - Utilização dos *softwares* na prática pedagógica de Química 125

Tabela 13 - Categorização *versus* freqüência mencionada pelo professor... 132

Tabela 14 - Freqüência dos critérios de seleção de software e sites específicos versus freqüência mencionada pelo professor 138

Tabela 15 - Categorizações resultantes do discurso dos professores relativos aos pontos positivos e negativos acerca do uso de *softwares e sites* específicos versus freqüência mencionada..... 145

Tabela 16 - Categorizações resultantes do discurso dos professores acerca da resistência quanto ao uso das tecnologias digitais no ensino de Química..... 149

Tabela 17 - Base pedagógica do software spartan 163

Tabela 18 - Dimensão técnica do *software* spartan 165

Tabela 19 - Aspectos relativos à categorização na área da Química

no *software* 166
Tabela 20 - Base pedagógica do *software* Química Orgânica II 172
Tabela 21 - Dimensão técnica do *software* Química Orgânica II..... 173
Tabela 22 - Aspectos relativos à categorização do *software* na área da Química 174
Tabela 23 - Base pedagógica do *site* nautilus..... 177
Tabela 24 - Dimensão técnica do *site* nautilus..... 178
Tabela 25 - Aspectos relativos à categorização do *site* nautilus na área da Química 179
Tabela 26 - Base pedagógica do site qmc.ufsc.br..... .181
Tabela 27 - Dimensão técnica do site qmc.ufsc.br..... 184
Tabela 28 - Categorização do *site* qmc.ufsc.br, na área da Química..... 184
Tabela 29 - Base pedagógica dos *sites* ucs, *chemkeys e quark*..... *188*
Tabela 30 - Dimensão técnica dos *sites*: ucs, *chemkeys e quark*..... *189*
Tabela 31 - Categorização dos *sites* ucs, *chemkeys e quark*, na área da Química 189

LISTA DE GRÁFICOS.

Gráfico 1 - Perfil dos professores do DQ da UFPI quanto à titulação 98

Gráfico 2 - Razões apontadas para o não uso das tecnologias digitais pelos professores respondentes 121

Gráfico 3 - Razões positivas para justificar a utilização das tecnologias digitais no ensino de química 122

Gráfico 4 - Freqüência de uso, pelo professor, de *software educativo como ferramenta da* prática pedagógica de químic 125

Gráfico 5 - Massa de quitosana utilizada para complexar cobre (Cu) e Cobalto (Co) em função da variável tempo 168

ANEXOS

Anexo 1 - Breve histórico sobre o curso de química da UFPI 201

Anexo 2 - Grade de análise de *sites e softwares* de química, com *Check-list* submetido ao professor de química para busca de dados 203

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16

2 ENSINO DE QUÍMICA 27

2.1 Ensino de Química Tradicional 27

2.2 Ensino de Química Moderno 30

2.2.1 A Química no Cotidiano e Cidadania 30

2.2.2 A Química como Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS 39

3 BASE TEÓRICA DA PESQUISA EM TECNOLOGIAS DIGITAIS 45

3.1 Fundamentos Teóricos sobre Tecnologias Digitais 45

3.2 O Ensino de Química com Tecnologias Digitais 55

4 SITES E SOFTWARES EDUCATIVOS DE QUÍMICA 73

4.1 Fundamentos Teóricos sobre Softwares Educativos 73

4.1.1 O que é um software educativo 80

4.1.2 Por que avaliar um software educativo? 82

4.2 Fundamentos Teóricos sobre *Sites* Educativos na *Internet* 83

4.2.1 O que é um site educativo? 88

4.2.2 Por que avaliar um site educativo? 90

5 DIMENSÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA

5.1 Introdução 94

5.2 Procedimentos Metodológicos 96

5.3 Local de Realização da Pesquisa 96

5.4 sujeitos da Pesquisa 96

5.4.1 Caracterização do Campo de Pesquisa e dos Sujeitos Envolvidos 97

5.4.2 Caracterização dos sujeitos envolvidos na pesquisa 98

5.5 Percurso Metodológico: Etapas Elaboradas na busca do Conhecimento 98

5.5.1 Fase Exploratória 102

5.5.2 Coleta de Dados 104

5.5.3 Análise Sistemática de Dados.....107
5.6 Avaliação de *software e sites* educativos.....112
5.6.1 Base Pedagógica de um Software educativo.....112
5.6.2 Base Pedagógica: *Concepção Teórica de Aprendizagem*.....112

6 0 ENSINO DE QUÍMICA PERMEADO DE TECNOLOGIAS DIIGITAIS, COM BASE NOS DISCURSOS DOS PROFESSORES.....118
6.1 Discussão dos dados obtidos do discurso dos Professores 118
6.1.1 Significado para os Professores de Química acerca das Tecnologias Digitais..... 128
6.1.2 Contribuições das Tecnologias Digitais para o Ensino de Química. 128
6.2 Critérios para selecionar *software e sites* de Química..... 133
6.2.1 A Utilização de *Sites e Softwares* no Ensino de Química..... 139
6.2.2. Estratégia Metodológica para Trabalhar *Sites e Software* Educativo em Sala de Aula 139

7 AVALIAÇÃO DE *SOFTWARES E SITES* UTILIZADOS PELOS PROFESSORES DE QUÍMICA DA UFPI

7.1 Análise de *softwares* educativos 155
7.1.1 *Software* Spartan..... 155
7.1.2 *Software* Origin..... 167
7.1.3 *Software* Química Orgânica II – reações orgânicas 170
7.2. Análise de Sites Educativos.....176
7.2.1 *Site* nautilus.....176
7.2.2 *Site* qmc.ufsc.br.....180
7.2.3 S*ites ucs.br;* chemkeys e quark.....186

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....191

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.......194

ANEXOS.....201

1 INTRODUÇÃO

As considerações gerais e introdutórias deste trabalho têm como objetivo básico situar o leitor acerca do uso das tecnologias digitais[1] no ensino de Química, além de focalizar ensaios e reflexões produzidas acerca da temática em apreço, os quais procuram nortear as discussões para a dimensão que concebe essas tecnologias como ferramentas de ensino**.** Entendê-las de acordo com Papert (1994), significa que o seu uso inteligente no espaço escolar não se constitui exclusivamente um atributo inerente a estas. Elas estão vinculadas também à forma como o professor desenvolve as tarefas educativas no ambiente da sala de aula.

O desenvolvimento da informação e comunicação potencializa discussões sobre questões da temporalidade contemporânea e possíveis caminhos que a sociedade tende a trilhar no século XXI. A inserção das tecnologias digitais, no campo da Educação, em especial na área de Química, concebida como ferramenta pedagógica, possibilita ao aluno experimentar o ensino de forma múltipla e aberta, permitindo interpretações e entendimentos diversos. Entendemos que o resultado desse ensino permeado de ferramenta tecnológica depende da forma como o professor a utiliza no ambiente de aprendizagem.

O objeto de estudo desta pesquisa é investigar a utilização das tecnologias digitais no ensino de química, a partir do discurso dos professores e da análise de *sites e softwares* educativos de Química, compreendidos neste trabalho como ferramentas pedagógicas.

Estas ferramentas potencializam o professor acerca da compreensão do conhecimento químico. A premissa depende de três pontos fundamentais: (a) da qualidade do produto tecnológico disponibilizado em sala de aula; (b) conteúdo específico de Química; (c) da forma como essas ferramentas são utilizadas na prática educativa de Química. Assim, a temática carece de pesquisas, avaliação e estudos analíticos, cujos resultados estabeleçam norte para tratar o objeto de ensino, em sala de aula, de modo

[1] Ressaltamos que, ao nos referir a tecnologia digital, ao longo do texto, ficará subentendido que tratamos sobre *internet e software* educativo.

fundamentado e seguro, do ponto de vista pedagógico, haja vista que a utilização progressiva desse instrumental tecnológico no espaço escolar toma contorno irreversível.

Esta reflexão expressa, em tese, que esta pesquisa busca compreender o discurso de professores acerca da utilização das tecnologias digitais na sala de aula, propondo subsídios para avaliar *sites e softwares* educativos de Química, mediante categorias de análises condensadas numa ficha, produzida para a finalidade de avaliação da instrumentação tecnológica. As razões positivas que justificam o porquê fazer esta pesquisa, sob ponto de vista pragmático, passa necessariamente pelo entendimento de que existem recursos das tecnologias digitais disponíveis e que alguns professores já utilizam essas ferramentas na prática pedagógica.

Sob ponto de vista acadêmico, faltam pesquisas na área referente à inserção das tecnologias digitais no ensino de química, em nível superior; em particular, nos cursos de formação de professores. As pesquisas focalizam fundamentalmente a dimensão da educação básica como, por exemplo, Eichler e Del Pino (2000), os quais fazem uma discussão sobre a "*modelagem e implementação de ambientes virtuais de aprendizagem em ciências*". Nesse estudo, defendem um ensino que utilize metodologias ativas centradas no cotidiano do aluno. Temas como meio ambiente e produção de energia são iniciativas discutidas nesse estudo. O computador insere-se nesta proposta mediante técnicas de simulação e resolução de problemas.

Focalizam também a descrição de ferramentas de ensino como a modelagem e simulação computacional que possibilitam aprendizagem e compreensão dos conceitos associados ao comportamento dos gases ideais e sua comparação com os gases reais. Além disso, as pesquisas que concebem as tecnologias como suporte em EaD, por exemplo, os trabalhos de Giordan (2005) que buscam descrever e analisar o processo de introdução da *internet* em uma comunidade escolar, verificando como o domínio e a apropriação da ferramenta cultural e os propósitos da ação mediada condicionam esse processo. A partir da descrição e análise, identificam-se os elementos condicionantes do domínio e da apropriação das ferramentas culturais, tendo como suporte o conceito de ambientes telemáticos.

Ressaltamos que, aos poucos, essas tecnologias vão fazendo parte do cotidiano da sociedade contemporânea, colocadas à disposição do mercado, para otimizar processos de produção e/ou reprodução do conhecimento. Assim, a retroalimentação acontece em via dupla, constituindo-se, contínua e progressivamente, de modo que o homem alimenta intelectualmente a produção tecnológica e, ao mesmo tempo, é alimentado por essa mesma tecnologia para suprimento das necessidades e superação de desafios, tornando cada vez mais eficazes, pois apresentam linguagens que suscitam interatividade multimidiática, possibilitada por equipamentos cada vez mais rápidos, com maior confiabilidade e capacidade de processamento.

Se pretendermos buscar a raiz do avanço tecnológico, dizemos que, num passado distante, as pinturas rupestres, provavelmente anteriores à própria fala, já retratavam cenas do cotidiano nômade dos primeiros grupos hominídeos. Estas pinturas são talvez uma das primeiras manifestações tecnológicas utilizadas como substrato para registrar, informar e comunicar os eventos do cotidiano daquele tempo na história. O fogo[2], concebido neste trabalho como uma das descobertas mais significativas da Química, havia sido dominado há pouco e as atividades extrativas de subsistência eram apreendidas por meio da simples observação e perpetuadas no imaginário das pessoas daquele cotidiano, mediante representações simbólicas incrustadas nas cavernas. Desde então, até a Era da comunicação via satélite, a humanidade tem transformado e interagido com o universo, diferenciando-se das demais espécies pela construção de legado cultural próprio, contínuo e progressivo (GIORDAN,1997).

Historicamente, as mudanças ocorridas na sociedade, provocadas pelas contribuições epistemológicas de autores como Bachelard (1971), Giroux (1999), Kuhn (1992), dentre outros, contribuíram significativamente para o avanço da ciência, concebida nesta reflexão como uma construção coletiva/humana. A tecnologia, em cada espaço/tempo, possibilita a melhoria

[2] As descobertas chamadas empíricas ocorrem, geralmente, consoantes uma seqüência que envolve, *grosso modo*, observação, experimentação, aplicação. A descoberta do fogo não fugiu a essa regra. Os hominídeos perceberam pela primeira vez o fogo há muitos milênios, em uma época que não podemos precisar, mas há provas substanciais de que era já usado na Europa e na Ásia na Era do Paleolítico Posterior e na do Neolítico. Assim, cerca de 500.000 a.C., já o chamado Homem de Pequim (Pithecantropus pekinensis) utilizava o fogo, havendo disto evidências encontradas em cavernas. É uma reação que pode ser espontânea ou iniciada por um agente energético natural ou intencional.

das condições da vida humana, seja no âmbito de socialização entre as pessoas, na alimentação, na produção de medicamentos ou na produção de utensílio.

Assim, a incorporação progressiva da produção tecnológica, no cotidiano das pessoas, sobretudo, na área da informação e comunicação, tem possibilitado ao sujeito, individual e coletivamente, compreender a realidade vivida, conhecendo-a e se apropriando culturalmente, de forma diversa, espaço/temporalmente, em grande velocidade; a partir dos diversos dispositivos sob a forma de mídias: internet, programas computacionais, livros, jornais, dentre outros meios, que suscitam circulação, armazenamento de informações e conhecimento no mundo para representação da realidade.

O surgimento dessas tecnologias de comunicação produziu simultaneamente modificações na estrutura do pensamento, no *modus* de apreensão do conhecimento e nas formas de interações e organizações sociais. No campo da ciência, em particular na área de Química, sua eficácia ocorre em termos de velocidade, quantidade de informações e dinamicidade que permitem interpretar a realidade observada e vivida.

A observação é bastante utilizada na pesquisa como instrumento de coleta de dados; na Economia, como diferenciadora de preços e tendências; na Música captando, dentre outras coisas, o diferencial no talento de cada sujeito. Na área da Educação, a observação é uma importante estratégia utilizada como atividade de ensino inserida na realidade escolar.

A busca de abordagens que suscitam mudanças no processo de ensino/aprendizagem acompanha o homem desde os primórdios da sua existência até o momento atual. Contemporaneamente, podemos inventariar algumas iniciativas, concebidas como ferramentas de ensino/aprendizagem, as quais auxiliam o professor em sua prática pedagógica, dentre elas: a utilização de *software* educativo e *internet* na sala de aula. A incorporação tecnológica à vida pessoal e social de parcela da população global é fato inconteste, o qual suscita múltiplos desafios e superações.

Desta forma, a busca de uma racionalidade que conceba a prática educativa na área da Química com a inserção de tecnologias digitais se constitui gradativamente. Essa instrumentação tecnológica auxilia o professor na produção do saber praticada na sala de aula e o pesquisador no

desvendamento dos fenômenos naturais, às vezes, imperceptíveis ao senso comum, facilitando a pesquisa nas dimensões: social, econômica, cultural e ética.

Para Bianchetti (2001), trata-se de aprender a conviver tanto com as tecnologias digitais como com os desafios e problemas que elas suscitam. Compreendemos que os avanços, nesta área, em particular, *internet e software* educativo, contribuem para auxiliar o professor na sala de aula, sobretudo, na simulação virtual e modelagem de conteúdos da Química, suscitando facilitação na compreensão do fenômeno químico, consequentemente, no aprendizado do aluno. Esse fato se concretiza impelido pela dinâmica, interatividade e flexibilidade, possibilitadas pelo domínio e uso da *internet e software educativo* como ferramentas de ensino.

Diante do exposto, ressaltamos a importância de se estabelecer maior integração entre a Educação e Informática. Para Silva & Azevedo (2001), a Educação é concebida como responsável pela formação de um indivíduo atuante numa sociedade cada vez mais informatizada e conectada. Essa parceria se constitui como catalisadora de mudança na forma de apresentação e na compreensão do objeto do conhecimento químico.

As modificações técnicas ocorridas no computador, sobretudo, concernente à alta capacidade de resolução e processamento numérico, tornando-o mais rápido, menor e mais barato possibilitaram sua utilização na área educacional como instrumental tecnológico agregado à prática pedagógica. Este pensamento situa as tecnologias digitais, *internet e software* educativo, como um auxiliar extremamente favorável às mudanças no ensino/aprendizagem na área da Química, por exemplo, na modelagem de estruturas moleculares e na definição do potencial eletrostático de uma substância.

As alterações de espaço/tempo, de comportamento do professor e de quantidade de informações disponíveis ao processo de ensino, impelidas pelas tecnologias digitais e pela relação professor/aluno instituída na sala de aula têm na velocidade da informação e do conhecimento; na aproximação físico/temporal; na dinâmica e na multiplicidade de acesso às fontes de busca de informações a grande mudança na visão de mundo e de sociedade de cada sujeito envolvido no processo de busca do conhecimento. Não basta, contudo,

ter acesso linear às tecnologias digitais para que tenhamos melhorias na qualidade do ensino. O sucesso da parceria dessas ferramentas com o ensino depende da forma como são utilizadas no ambiente do processo ensino/aprendizagem.

Na compreensão de Kenski (2003),

> *As alterações sociais decorrentes do acesso e uso às tecnologias eletrônicas de comunicação e informação atingem as instituições e os espaços sociais. Na era da informação, comportamentos, práticas e saberes se alteram com extrema velocidade.*

Concordamos com a autora, quando trata das alterações comportamentais, das práticas e saberes que se alteram mediante uso das tecnologias na sala de aula. Essas alterações refletem sobre as tradicionais formas de pensar e fazer educação. Abrir-se para novas educações – resultantes de mudanças estruturais nas formas de ensinar e aprender possibilitadas pela atualidade tecnológica – é o desafio a ser assumido por toda a sociedade.

A busca de meios para tornar o ensino de Química sintonizado com a tecnologia do tempo presente torna-se legítima e necessária. Assim, as próprias instituições educacionais, usuárias das ferramentas, *internet e software* educativo, podem contribuir teoricamente para o processo educacional nos aspectos didáticos, disposição de conteúdos específicos imersos nos *softwares* de ensino e interface utilizada como meio para a busca de conhecimento.

Existem três formas diferentes para categorizar o conhecimento: a oral, a escrita e a digital. Embora essas se tenham originado em épocas diferentes, coexistem e estão presentes na sociedade atual. Elas nos encaminham, entretanto, para percepções diferentes e racionalidades múltiplas na forma de apreensão da realidade. A forma escrita de apreensão do conhecimento é a que prevalece em nossas culturas letradas, mas a linguagem oral ainda é a que predomina em todas as formas comunicativas vivenciais. Em meio a elas, o estilo digital de apreensão do conhecimento é ainda incipiente, mas sua proliferação é extremamente veloz.

É fato irrefutável que a velocidade de inserção das tecnologias digitais no ambiente escolar, aumentou significativamente nas instituições públicas de ensino, sobretudo, por meio do Programa Nacional de Informática na Educação - PROINFO[3]. Assim, o estilo digital insere, obrigatoriamente, não apenas o uso de equipamentos diferenciados, mas também diferentes estilos de comportamentos na aprendizagem, cuja racionalidade pressupõe interatividade e multiplicidade na busca de informações e conhecimentos, além de novos estímulos perceptivos aguçados mediante programas computacionais de simulação virtual e modelagem. Seu rápido alastramento obriga-nos a não mais ignorar sua presença e importância no ambiente escolar.

Conceber essas tecnologias de forma crítica torna-se fundamental para não cairmos no modismo. Não se trata, portanto, de adaptar as formas tradicionais de ensino aos equipamentos disponíveis ou vice-versa. Tecnologias digitais e velhos hábitos não combinam. Para Umberto Eco (1996), precisamos de uma forma de competência crítica e de uma arte ainda desconhecida de selecionar e decodificar a informação; em resumo, uma sabedoria nova. Esse posicionamento do autor acerca do ponto focalizado pressupõe a busca do desenvolvimento de uma consciência crítica que fortaleça a identidade das pessoas e dos grupos. Esses são desafios atuais a serem enfrentados por todos nós, professores.

Faz-se, no entanto, necessário entender as limitações pedagógicas, filosóficas e sociológicas que soluções estritamente tecnológicas podem causar ao ambiente escolar. Por isso, a inserção das tecnologias digitais na sala de aula precisa estar configurada numa proposta pedagógica que tenha como substrato a busca do perfil do aluno que se quer formar, tendo como referência as dimensões: social, política, cultural e ética.

Assim, compreendemos que as tecnologias digitais inseridas no ambiente escolar não podem ser entendidas como capazes de solucionar os

---

[3] *Programa Nacional de Informática na Educação. É um programa educacional criado pela Portaria N. 522/MEC, de 9 de abril de 1997, para promover o uso pedagógico da informática na rede pública de ensino fundamental e médio. O Programa é desenvolvido pela Secretaria de Educação à Distância (SEED), por meio do Departamento de Infra-estrutura Tecnológica (DITEC), em parceria com as Secretarias de Educação Estaduais e Municipais*.

problemas educacionais constituídos historicamente e discutidos à luz do modelo tradicional de ensino. Ao contrário, devem ser concebidas como ferramentas pedagógicas que poderão auxiliar metodologicamente o professor com vistas à melhoria na relação professor/aluno, sobretudo nos aspectos dinâmicos de interatividade; na dimensão dos conteúdos, de modo que possibilite ao aluno compreender o que é o conteúdo específico; a sua importância na vida cotidiana e suas implicações na sociedade e na natureza, de maneira tal que favoreça a exploração dos conteúdos pelos próprios alunos, em vez da mera exposição efetuada pelo professor. Vale ressaltar que essa forma de expor o conteúdo na sala de aula é uma característica fundamental do modelo tradicional de ensino.

Outras particularidades deste modelo de ensino são: (1) a visualização unilateral, na qual se admite como verdade absoluta a uniformização no modo de pensar e agir sobre o conhecimento científico e (2) o conteúdo de Química discutido em sala de aula, privilegiando-se a descrição do fenômeno, com ênfase exacerbada no aspecto abstrato.

A contextualização e a interatividade são elementos substantivos para o ensino/aprendizagem. Na Química, por exemplo, esse formato se manifesta numa vertente muito forte do ensino desta ciência voltada para a Química no cotidiano. Essa tendência pedagógica com tecnologias digitais no ambiente escolar será objeto de discussão mais ampla no capítulo 2. Dentre os autores que partilham desse ideário estão: Chassot (1990; 1995), Maldaner & Piedade (1995), Maldaner (2000), Mortimer (1995), Lopes (1995; 1999), Giordan (1997).

Ressaltamos que no final da década de 1980 e início da década de 1990, muitas discussões foram estabelecidas na Química, sobre a necessidade de implementar um ensino específico de forma contextualizada, em que o aluno perceba a Química no seu cotidiano. Desde aí, surgiu o movimento “a química no cotidiano” (CHASSOT, 1990; 1995; LOPES, 1995). Da mesma forma, na década de 1990 e, mais fortemente, na atualidade, alguns autores, como Minatti (2000); Mortimer & Machado (2002) discutem sobre a importância das tecnologias digitais, concebidas como ferramentas, a serem inseridas no ensino de Química. O uso do computador, da *internet e software* educativo no ensino de Química impulsionam discussões na academia.

A inserção dessa tecnologia no ensino potencializa a busca de propostas alternativas para a prática pedagógica de Química. Por exemplo, a produção de *software* de simulação e modelagem que concebe a cozinha do professor como laboratório, verificando: (a) *reações químicas*, quando se coloca, na mesma panela, óleo, alho, sal, água e demais ingredientes, produzindo características diferentes das originais, como sabor, cheiro, consistência e durabilidade; (b) *soluções*, quando produzimos sucos de frutas; (c) *diluições*, quando adicionamos água ao suco para torná-lo menos concentrado; (d) efetuação de *cálculos estequimétricos,* quando se adiciona à panela quantidades de ingredientes que caracterizam o alimento produzido, em termos de cheiro e sabor. Num lixão, podemos discutir dinâmica e interativamente sobre diversos temas/conteúdos da Química: estudo da matéria; metais; reações químicas; gases; combustíveis; tabela periódica; contaminação; problemas ambientais.

Outras temáticas do cotidiano, como feromônio, geradoras de conteúdo químico, podem ser discutidas. Por exemplo, na compreensão de Ferreira e Zarbin (1998) e Quadro (1998), o estudo sobre a temática feromônio[4] também nos possibilita compreender uma diversidade de funções orgânicas. Todo animal possui feromônio característico, a saber: nas *abelhas*, os tipos de feromônios, são constituídos das funções álcool, cetona, ácido carboxílico e éster; nas *formigas,* são constituídos das funções hidrocarboneto, cetona, aldeído, ácido carboxílico e álcool; feromônio sexual do *cupim*, grande praga que ocorre na madeira, função álcool; feromônio de defesa do gambá, constituído de compostos de enxofre. Nessa reflexão, uma indagação imperiosamente se impõe: qual a relação desses feromônios com as tecnologias digitais?

Podemos estabelecer essa ponte, evidenciando, por simulação virtual, o extermínio de pragas de inseto. Por exemplo, um *sotware* de simulação com feromônio sexual[5] em que o aluno possa manipular uma população de insetos numa plantação de milho, de modo que sejam atraídos e

[4] São substâncias químicas secretadas por um indivíduo que permite a comunicação com o outro indivíduo da mesma espécie. Isto é, uma substância química com cheiro característico, existente em toda e qualquer espécie animal, exalado para fins específicos: de ataque, defesa, conquista, orientação, formação de grupos, atração sexual etc.

[5] Substância química de cheiro característico que promove atração sexual entre elementos da mesma espécie.

capturados numa armadilha com uma substância de cheiro característico, somente insetos machos, tendo como consequência, a aniquilação da reprodução e posterior exterminação desses insetos. Este é um tipo de controle de praga que se faz para exterminar alguns tipos de insetos. Todo esse processo de atração, captura, controle e extermínio de pragas de determinados insetos é um fenômeno que reflete o cotidiano de professores e alunos. A contribuição pedagógica dos *softwares* de simulação ocorre na dimensão do conteúdo de ensino, da avaliação da aprendizagem, do controle do impacto ambiental pesquisado.

Para responder as perguntas desta pesquisa, o objetivo geral é investigar o uso da *internet* e *software* educativo no ensino de Química, por meio do discurso dos professores de Química da UFPI, dos parâmetros para análise de *sites* e *softwares* educativos de Química e suas contribuições pedagógicas no ensino/aprendizagem. A busca dos dados que nutre essa investigação passa pelos seguintes pontos: (a) análise da metodologia utilizada pelo professor para uso da *internet e software educativo* como instrumental pedagógico e (b) análise dos parâmetros de seleção de *sites e softwares* educativos. Essas ferramentas foram analisadas, observando a qualidade do produto tecnológico disponibilizado em sala de aula, o conteúdo específico de Química e a forma como essas ferramentas são utilizadas na prática educativa.

A fim de atender o objetivo geral deste trabalho delimitamos os seguintes objetivos específicos: (a) identificar, mediante questionários e entrevistas, como os professores de Química compreendem e usam a *internet* e *software* educativo na prática cotidiana; (b) desenvolver e aplicar em consonância com a literatura de avaliação de *software*, parâmetros gerais e específicos para análises de *softwares e sites* educativos de Química; (c) verificar as contribuições das ferramentas *internet e software* educativo no ensino de Química, com âncora no discurso do professor e da analise dos *softwares e sites*. A seguir, trataremos sobre a estrutura da tese.

1.1 Estrutura da Tese.

O presente trabalho possui a seguinte estrutura: No Capítulo I institui-se a verbalização acerca das Considerações Gerais e Introdutórias da Tese. O capítulo 2 é constituído de uma Fundamentação teórica, em que apresenta: As Bases Teóricas da Pesquisa e o Ensino de Química Tradicional e Moderno. O Capítulo 3 constitui-se de Base Teórica da Pesquisa em Tecnologias Digitais, colocando-se em relevo os fundamentos acerca das Tecnologias Digitais e o Ensino de Química com Tecnologias Digitais. No seguimento 4, discute-se os fundamentos que instrumentalizam a verbalização sobre *sites e softwares* educativos no ensino de Química, em destaque, o por quê avaliar sites e softwares de química. No Capítulo 5, trata-se sobre a Dimensão Metodológica da Pesquisa, ressaltando os Sujeitos da Pesquisa, Local de realização, Caracterização do Campo de Pesquisa e as Fases da Pesquisa: Exploratória, Coleta e Análise Sistemática de Dados. No capítulo 6, destaca-se a discussão sobre o Ensino de Química permeado de Tecnologias Digitais, com base no discurso dos professores, enaltecendo significado e contribuições das Tecnologias Digitais para o Ensino de Química; além dos critérios e estratégias para selecionar e utilizar *sites e softwares educativos* em sala de aula. No Capítulo 7, institui-se a avaliação de *softwares e sites* utilizados pelos professores de Química da UFPI, destacando a análise dos softwares Spartan, Origin e Química Orgânica II e análise dos sites educativos: nautilus, qmcweb, ucs, chemkeys e quark. O Capítulo 8, apresenta as considerações finais e recomendações para trabalhos futuros, concernente à temática pesquisada.

2 ENSINO DE QUÍMICA

Esta seção do trabalho visa estabelecer uma discussão fundamentada na literatura que versa sobre o ensino de química, evidenciando duas abordagens: tradicional e moderna. A discussão passa necessariamente pela literatura de base específica de cada abordagem versada. A abordagem tradicional discute as características fundamentais que enfatizam o ensino de Química na perspectiva positivista. A abordagem moderna se configura em duas propostas pedagógicas: (a) a química no cotidiano e cidadania; (b) a química como ciência, tecnologia e sociedade – CTS.

2.1 Ensino de Química Tradicional

A abordagem tradicional de química fundamenta uma prática educativa que sustenta o repasse puro e simples dos conteúdos prontos e acabados, sem estabelecer relação com a realidade do aluno, concebendo a Ciência Química, como área nobre, privilégio de poucos, decorrendo daí sua associação aos aspectos do desenvolvimento intelectual, equivocadamente, ainda, supervalorizada no ambiente escolar, em que se destacam raciocínio, lógica, precisão e objetividade.

Embora Carraher (1998) não discuta efetivamente o ensino de Química, sua concepção nos ajuda a entender alguns aspectos da visão tradicional, concebendo o ensino como transmissão e a aprendizagem como recepção de informações. Na compreensão de Carraher (1998, p.12),

> *O modelo tradicional de educação trata o conhecimento como um conteúdo, como informações, como coisas e fatos a serem transmitidos ao aluno. O aluno, segundo esta visão, vai para a escola para receber uma educação. Dizer que ele aprenderá significa que saberá dizer ou mostrar o que lhe foi ensinado. Segundo este modelo, o ensino é a transmissão de informações. A aprendizagem é a recepção de informações e seu armazenamento na memória.*

Assim, fazendo uma transposição para a área da Química, verifica-se que o excesso de esquematização e transmissão de informações, deslocadas da vivência real do aluno, conduz a certo preconceito para com a Ciência Química, visto que esta área do conhecimento transforma o ato de estudar num mecanismo de memorização mecânica dessas informações, contribuindo para o ofuscamento da imaginação e da capacidade de inventiva do aluno.

Desse modo, fica patenteado que a característica fundamental do ensino de Química se expressa, com ênfase no repasse de informações memorizáveis, mediante uma coletânea de pré-definições, regras, símbolos e fórmulas, versados de forma estanque e sem contextualização, caracterizando o modelo positivista[6]; e, ainda, insipiência de atividades experimentais ou preocupação precípua em relacionar ou estabelecer interface com o cotidiano do aluno. Por sua vez, o discurso pedagógico trabalhado nessa perspectiva institui o ensino na forma de inculcação (Orlandi, 1987) e o diálogo como incutimento (Eichler, 2002).

Diante do exposto, faz-se necessário refletir e buscar a superação da coisificação[7] no ensino, em particular, na área de Química, visto que a reflexão, quando exercida para analisar um fenômeno, suscita uma aprendizagem mais consistente. É como afirma Carraher (1998, p.15), referindo-se à falsa consciência:

> *Estamos tão acostumados a salientar os fatos e informações consideradas 'importantes' que esquecemos a importância de estimular o raciocínio, o pensamento ativo, a reflexão e a descoberta pelo aluno. Os fatos e informações são facilmente guardados quando os alunos apreendem as coisas. Quando apenas memoriza, o aluno esquece a maior parte das informações com a mesma velocidade que aprendeu.*

Essas características estão afinadas com o modelo tradicional de ensino, cujo papel da escola consiste na preparação intelectual também moral

[6] É a explicação dos fatos, reduzidos aos termos reais, sem mito nem metafísica. Isto é, somente são reais os conhecimentos que repousam sobre fatos observados (Comte,1973,p.11)
[7] Significa reduzir o ensino à memorização mecânica de fatos e fenômenos, estabelecida como a essência do objeto de estudo. É igual a reificar (de rei = coisa).

dos alunos para assumir sua posição na sociedade. Na concepção de Libâneo (1990, p. 23), o modelo tradicional de ensino é expresso da seguinte forma:

> *O compromisso da escola é com a cultura geral. Os problemas sociais pertencem à sociedade. O caminho cultural em direção ao saber é o mesmo para todos os alunos, desde que se esforcem. Assim, os menos capazes devem lutar para superar suas dificuldades e conquistar seu lugar junto aos mais capazes.*

Na abordagem tradicional, os conteúdos de ensino de Química ou de qualquer outra área são os conhecimentos e valores sociais acumulados historicamente pelas gerações e repassadas ao aluno como verdade absoluta; isto é, o método de ensino baseia-se na exposição verbal da matéria. A exposição verbal e análise do conteúdo químico são feitas pelo professor e observadas atentamente pelos alunos. Nessa abordagem, a relação professor/aluno é vertical, prevalece à autoridade do professor, que exige atitude receptiva dos alunos no decorrer da aula. O conteúdo, geralmente, é trabalhado na perspectiva abstrata[8], distante da realidade do aluno. Para Mizukami (1986, p.15), essa abordagem referida institui uma "metodologia que se caracteriza por expressar o ensino, mediante transmissão do patrimônio cultural, pela confrontação com modelos e raciocínio elaborados, trabalhados através de aulas expositivas e demonstrativas do professor à classe".

Assim, reconhecendo a existência de problemas fundamentais concernente à abordagem de ensino tradicional, nas diversas áreas do conhecimento, em particular, na área de Química, buscaremos discutir para a temporalidade presente, alternativas modernas que atendam as demandas da comunidade acadêmica professores e alunos, cuja direção esteja apontada para as abordagens do ensino de Química que superam o modelo tradicional de transmissão do saber em termos de estratégias metodológicas para trabalhar o objeto do conhecimento nesta Ciência.

[8] Para Marx abstrato é o significado obtido pelo primeiro contato com o objeto do saber, é um conhecimento marcado pelas determinações da realidade, isto é, as características físicas. São os primeiros 'nexos internos' ou 'categorias simples': as primeiras impressões. O abstrato, embora seja uma totalidade viva, é uma visão 'caótica do todo', confusa, sem nexos lógicos (Marx, 1983, p.218-219).

2.2 Ensino de Química Moderno.

Estamos concebendo o ensino de Química moderno como a conjunção das abordagens que superam o modelo de ensino tradicional, referente ao tratamento do objeto do conhecimento no ambiente escolar, quais sejam: (1) a Química no cotidiano e cidadania; (2) a Química como ciência, tecnologia e sociedade – CTS.

2.2.1 A Química no Cotidiano e Cidadania

Desde o início da nossa vida acadêmica, em particular, no plano fundamental e médio, nos deparamos com o ensino de Química, expresso no ambiente escolar, caracterizado pela memorização mecânica de fórmulas e conceitos. Na contextura acadêmica, há pouca mudança em relação a tal realidade. Ouvimos dos professores repetidamente a seqüência de conteúdo 'logicamente organizada' que se repete na maioria dos livros didáticos da Química.

Para fundamentar essa afirmação concernente à memorização de fórmulas e conceitos, pesquisamos em Lembo (2001); Mól *et al* (2004); Feltre (2000) e Russell (1994) sobre a forma como os conteúdos ligações químicas, por exemplo, eram abordados. Percebemos que essas fontes pesquisadas tratavam os teores numa perspectiva não contextualizada e compartimentada. Diante desta observação, justifica-se a busca de alternativas pedagógicas que sejam atraentes, dinâmicas e desafiadoras, de modo a instigar a curiosidade e o interesse do aluno para aprender Química, nos diversos níveis de ensino. Para Maldaner (2000, p.165).

> *É possível melhorar sensivelmente, o nível de conhecimento químico aprendido na escola. Para isso, os professores precisam superar a posição tradicional das propostas de ensino de química que colocam todo o esforço do trabalho escolar em torno dos conteúdos descontextualizados, em obediência a uma lógica de conhecimento sistematizado, a qual poderá se adequar, apenas, para quem já conhece química.*

Esse posicionamento do autor suscita a busca de caminhos direcionados para uma prática pedagógica de Química que seja instituída objetivando a superação da lógica tradicional de ensino. Assim, haveremos de experimentar opções pedagógicas que tenham como elemento substantivo a participação coletiva de professores e alunos de escolas e universidades de modo que trabalhem o programa de Química coletivamente, com atitude de pesquisa, com boa relação professor/aluno, visando a possibilitar ao ensino/aprendizagem situações capazes de romper com as práticas tradicionais de conceber o conhecimento químico. Um dos constituintes fundamentais dessa busca passa necessariamente pelo entendimento de que a preocupação central é fornecer aos alunos ferramentas básicas que lhes permitam preparação para o exercício da cidadania.

Destaca-se a participação como característica básica da cidadania, podendo-se dizer que cidadão é o homem participante (Canivez,1991; Demo, 1988). Acerca da participação Demo (1988, p.18) afirma:

> *Dizemos que participação é conquista para significar que é processo, no sentido legítimo do termo: infindável, em constante vir-a-ser, sempre se fazendo. Assim, participação é, em essência, autopromoção e existe enquanto conquista processual.*

Concebendo dessa maneira, a participação do professor na relação com o aluno contribui para engendrar uma prática pedagógica na direção da prática social refletida, em que professor e aluno interagem numa construção coletiva e permanente.

Ao se considerar a participação como processo de autopromoção, verifica-se que ela é desenvolvida pelo indivíduo, ou seja, é conquistada e, logo, não pode ser transmitida, nem concebida. Assim, pode-se afirmar que cidadania também é conquista.

Do ponto de vista didático-pedagógico, é fato amplamente conhecido que os conteúdos de ensino de Química são trabalhados, ainda, muito fortemente, na perspectiva de repasse de forma pronta e acabada,

desconhecendo a importância e validade da construção coletiva, a qual suscita participação, interação, cooperação etc., concebidas como princípios que demandam a busca da cidadania.

Assim, a abordagem do ensino de Química na perspectiva da cidadania como princípio norteador da prática pedagógica, estabelece, dentre outras, as seguintes recomendações: (a) compreender o conhecimento químico como um processo de construção coletiva, com o estabelecimento de relações conceituais, em que os esquemas mentais são elaborados pelos alunos para compreender os novos conceitos introduzidos em sala de aula; (b) entender o papel do professor e dos recursos didáticos como o de organizar os conceitos, estabelecendo desafios cognitivos em que os alunos sejam estimulados a novos esquemas explicativos para o mundo que os cerca; (c) adquirir o domínio de conceitos químicos consubstanciados no cotidiano do aluno; (d) conceber a linguagem no ensino de Química como ferramenta cultural, constitutiva do próprio sujeito, que suscita dinâmica interativa em sala de aula, na mediação da elaboração do conhecimento químico; (e) compreender a proposta, tendo a cidadania como meta e a organização do ensino/aprendizagem centrado no aluno, de modo que o conhecimento químico seja mediado pela linguagem socialmente estabelecida, negociada entre os alunos.

Assim, o movimento estabelecido para buscar opções pedagógicas na área de ensino da Química tem como meta garantir princípios que instrumentalizem o aluno com as ferramentas culturais do conhecimento químico, ao mesmo tempo, estabeleça uma atitude de compromisso ético com a sociedade no seu contexto socioeconômico, político e ético.

Para isso, adota-se uma orientação metodológica sustentada em pressupostos de natureza construtivista. Essa concepção é compreendida nesse trabalho, pelo entendimento de que:

> *Nada, a rigor, está pronto, acabado, e de que, especificamente, o conhecimento não é dado, em nenhuma instância, como algo terminado. Ela se constitui pela interação do indivíduo com o meio físico e social, com o simbolismo humano, com o mundo das relações sociais; e se constitui por força de sua ação e não por qualquer dotação prévia, na bagagem hereditária ou no meio, de tal modo que*

> *podemos afirmar que antes da ação não há psiquismo nem consciência e, muito menos, pensamente (BECKER,1993, p.88-89).*

Assim, o construtivismo se institui como teoria do conhecimento que engloba numa só estrutura os dois pólos, o sujeito histórico e o objeto cultural, em interação recíproca, ultrapassando dialeticamente e sem cessar as construções já acabadas para satisfazer as lacunas ou necessidades.

Na concepção de Matui (1995, p.18) o compromisso político do construtivismo sócio-histórico é com a formação do cidadão. Qualquer escola, pública ou particular, é uma instituição social para prestação de ensino à população. A qualidade desse ensino se mede pela consciência do cidadão que cada escola forma.

Ao refletir sobre essa posição de Matui acerca da acepção construtivista, inevitavelmente, nos impõe um questionamento, qual seja: se a qualidade é um termo relativo e se a formação cidadã é uma conjunção de fatores agregados expressos desde as primeiras instruções adquiridas pela criança no seio familiar até as histórias de vida de cada sujeito vivenciada individual e coletivamente ao longo de sua trajetória. Então, como medir a qualidade do ensino de uma escola apegando-se somente ao aspecto pedagógico?

Recorrendo às idéias de Santos *et al*.(2004, p.12) acerca do pensamento construtivista observamos que:

> *As propostas mais recentes de ensino de química têm como um dos pressupostos a necessidade do envolvimento ativo dos alunos nas aulas, em um processo interativo, em que os horizontes conceituais dos alunos sejam contemplados. Isso significa criar oportunidades para que eles expressem como vêem o mundo, como pensam, como entendem os conceitos, quais são as suas dificuldades, etc.*

Vale ressaltar o fato de que, sendo a Ciência Química de natureza abstrata para o concreto, observada no estudo dos modelos atômicos, na estrutura molecular do átomo, nas transferências de elétrons, faz-se necessário compreender, conforme está em consonância com os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN´s, que a busca do conhecimento químico, ocorre na dimensão

da abordagem com âncora em vários aspectos, em que se ressaltam as habilidades e competências nas diversas dimensões: (1) *representação e comunicação*; (2) *investigação e compreensão*; (3) *contextualização sócio*-cultural.

Entendemos que, na primeira dimensão, ressaltam-se os *aspectos qualitativos*, no que dizem respeito às interpretações e discussões sobre os fenômenos químicos, naturais e artificiais. As habilidades e competências a se desenvolverem no ensino de Química, nessa dimensão, passam pela descrição das transformações químicas em linguagens discursivas; pela tradução da linguagem discursiva em linguagem simbólica e vice-versa, mediante gráficos, tabelas e representações matemáticas interpretadas quimicamente.

Na segunda dimensão, destacamos os *aspectos macroscópicos* (lógico-empírica), no que dizem respeito ao fenômeno químico visível a olho nu como a separação física de misturas, o estudo da tabela periódica e a diluição de soluções. Os *aspectos quantitativos* (raciocínio proporcional), como os dados estequiométricos de reações químicas; e, finalmente, os *aspectos microscópicos* (lógico-formal), como as reações nucleares, interações intermoleculares, energias envolvidas nas ligações químicas, enfim, as forças imersas entre os átomos e moléculas para formar substâncias; além disso, as habilidades e competências para selecionar e utilizar idéias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) na resolução de problemas qualitativos e quantitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes.

Na terceira dimensão, destacamos as habilidades e competências no sentido de desenvolver conexões hipotético-lógicas que possibilitem previsões acerca das transformações químicas, reconhecer aspectos químicos relevantes na interação individual e coletiva do ser humano com o meio ambiente e confirmar relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico da química e aspectos sociopolíticos e culturais.

Diante do exposto, discutiremos a alternativa pedagógica que se refira ao objeto de ensino de Química numa visão diferente da tradicional. A abordagem a que nos referimos é a Química no cotidiano & cidadania. Essa proposta discute e desmistifica a Química como coisificação, memorização mecânica, vista na perspectiva de ensino tradicional ampliando a discussão da

Química para o exercício da cidadania, de modo que o aluno discuta, participe ativamente e apreenda os conceitos dessa Ciência de forma refletida. Atualmente, essa proposta pedagógica se constitui como grande aceitação no ensino de Química. Partilham desse entendimento, vários autores, como: Chassot (1990; 2000); Lutfi (1988;1992); Maldaner (1992; 2000); Maldaner & Zambiazi (1995) Ciscato & Beltran (1991); Mortimer (2000); Mortimer & Machado (2002); Ambrogi; Versolato & Lisboa (1987).

Vale ressaltar que um dos principais desafios do educador brasileiro do momento atual é canalizar esforços para desenvolver práticas pedagógicas viáveis nutridas de eficácia e consistência teórica, as quais nos possibilitem compreender a essência do objeto de ensino como uma construção coletiva e a aprendizagem como um fenômeno representativo para o aluno, de modo a expressar um significado qualitativo, acerca do objeto observável, possibilitando, assim, o desvendamento da realidade concreta[9], na qual o aluno está inserido.

Essa busca decorre, em essência, da prática do debate e reflexões de experiências pessoais partilhadas entre os pares, pois, em geral, o processo inicial de formação dos professores deixa muito a desejar em virtude de incongruência para pôr em prática concepções e modelos explicativos inovadores, bem como a incapacidade de uma parcela significativa dos professores, pertencentes aos cursos de formação, compreender o objeto de ensino na sua totalidade.

As instituições de ensino superior ficam fechadas em si mesmas: ora por um academicismo excessivo, ora por um empirismo tradicional tosco. Esses desvios tornam-se perniciosos para o processo de formação inicial do aluno e posterior exercício da prática pedagógica destes. Desse modo, faz-se necessário sair desse ‘casulo’ ou desse imbróglio que se manifesta em estado de ‘latência’ na prática pedagógica, visto que se torna imperativa a busca de reflexões acerca do ato de ensinar, instituindo o debate contextualizado, a interdisciplinaridade e a dimensão político-econômico-social e ética como elementos articulantes e propulsores de um novo paradigma de ensino.

[9] O concreto é concreto por ser uma síntese de múltiplas determinações. Logo, unidade da diversidade. É por isso que ele é para o pensamento um processo de síntese, um resultado e não um ponto de partida (MAX, 1983, p. 218-219).

Desse modo, compreendemos, em essência, que um dos grandes e graves problemas imersos na prática pedagógica das ciências aproximadas, em particular da Química, refere-se, substancialmente, em absoluta prevalência da percepção acerca do objeto de ensino sob a forma fragmentada, enviesada e unilateral, manifestada pelo educador brasileiro. Nessa mesma direção, diz Maldaner (2000, p.23):

> *A preocupação com a formação de educadores como pessoas que não aceitam separar, na educação, o pensar e o agir, também não é prioridade nas grandes universidades públicas brasileiras, sendo relegada, muitas vezes, a uma atividade periférica e afastada das pesquisas e outras preocupações dos departamentos e/ou institutos dentro delas.*

Esse posicionamento do autor concernente à formação de educadores na atualidade procede na medida em que a busca de opções pedagógicas no ato educativo constitui-se como elemento substancial da prática, a qual não separa o pensamento da ação. Para, no entanto, trabalhar o objeto de ensino da Química nessa perspectiva referida, é necessária invariavelmente, uma formação pedagógica adequada. A pesquisa como atividade de ensino constitui a busca concreta da interface de conteúdos teóricos e a articulação destes com a prática refletida, portanto, faz-se necessário estabelecer essa interação e dinâmica na prática pedagógica, objetivando facilitar a aprendizagem, tornando-a significativa para o aluno.

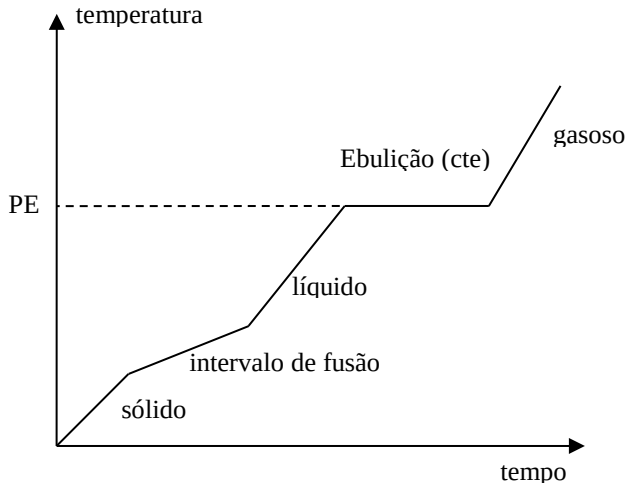
Nessa perspectiva, Mol e Santos (1998, p.9) assinalam que a Química, como busca do conhecimento,

> *É uma ciência que está na vida de todo cidadão, portanto, na atualidade, é fundamental que as pessoas não só saibam lidar com a linguagem química e compreendam os princípios básicos dessa ciência como possam interpretar os processos químicos presentes em seu cotidiano, sendo capazes de tomar decisões na busca da melhora da sua qualidade de vida.*

A reflexão dos autores consubstancia o discurso de professores que defendem uma prática pedagógica de Química, cujos conteúdos

trabalhados em sala de aula sejam significativos para a vida concreta do aluno. Além disso, que seja empreendedora de respeito aos preceitos coletivos, significando formar um cidadão crítico. Assim, torna-se imperativo debatermos sobre alguns elementos constituintes da prática pedagógica, os quais interferem diretamente no ato educativo, quais sejam: a *formação do educador, a avaliação da aprendizagem,* a *seleção de conteúdos*, no caso em apreço, os conteúdos de Química, bem como, os *erros conceituais* graves imersos no Ensino Médio, por exemplo:

a) são recorrentes, sobretudo nos livros didáticos de Química do Ensino Médio, as expressões que dizem "a mistura de água (H_2O) e álcool etílico (C_2H_5OH) é azeotrópica". Essa é uma afirmação válida somente para alguns casos, pois a relação entre água e álcool abaixo de 96% não constitui características de misturas azeotrópicas[10]. Essas misturas apresentam características iguais à mistura dos elementos ou de compostos químicos em seus pontos de fusão (PF) e pontos de ebulição (PE).



b) da mesma forma, sobretudo na Química do Ensino Médio, uma parcela significativa de professores manifesta conceitos equivocados sobre as

[10] São misturas em que o ponto de ebulição não se altera, em temperatura constante, comportando-se como um composto químico ou elemento. Esse tipo de mistura é muito comum entre líquidos. Ex: álcool de cozinha está misturado à água numa proporção na qual é impossível separar pela ebulição, já que a temperatura se mantém constante. PE = 78,5ºC; PF = -177ºC e (densidade) d = 0,79g/cm3 do álcool.

baterias de telefones celulares, ao afirmar que estas emitem ora radiação[11] ora radioatividade[12],dando a entender que os dois fenômenos são a mesma coisa;

c) na parte relativa às reações químicas, traduzem literalmente algumas incongruências imersas nos livros didáticos do ensino médio, nos quais alguns equívocas de conteúdos expressam como verdades prontas *erros conceituais graves*, por exemplo, as reações de dupla troca e reações de deslocamento ou troca simples, em meio aquoso, em termos de classificação, esses tipos de reações químicas não existem. As reações que ocorrem, de fato, são respectivamente de síntese e oxi-redução.

Logo, uma vez detectadas tais avarias, cabe também à prática de ensino, encaminhar o aluno em direção à busca de soluções conclusivas capazes de dirimir as dúvidas sobre o fenômeno observado, inclusive sob a forma de pesquisa, pois assim se constitui como azimute epistemológico retroalimentador do processo de ensino. Desconhecer isso é atestar a incapacidade de compreender o fenômeno da Ciência Química como objeto da prática pedagógica na sua totalidade.

O acesso aos fundamentos da Ciência Química numa perspectiva direcionada para a formação do aluno, instigante e capaz de desenvolver sua capacidade de participar, de tomar decisões criticamente e compreender os processos químicos relacionados com a vida cotidiana é uma necessidade para a prática pedagógica na atualidade. Nesse sentido, Santos e Schnetzler (1997, p.29) compreendem, em essência,

[11] É a propagação da energia por meio de partículas ou ondas. As radiações emitidas pelas substâncias radioativas são principalmente partículas alfa, partículas beta e raios gama.
[12] É um fenômeno natural ou artificial, pelo qual algumas substâncias ou elementos químicos, chamados radioativos, são capazes de emitir radiações, as quais têm a propriedade de impressionar placas fotográficas, ionizar gases, produzir fluorescência, atravessar corpos opacos à luz ordinária etc.

> *[...] que há necessidade de o aluno adquirir um conhecimento mínimo de química para poder participar com maior fundamentação na sociedade atual. Assim, o objetivo básico do ensino de química é possibilitar ao aluno participação ativa na sociedade.*

A discussão sugerida pelos autores acerca de uma prática pedagógica capaz de possibilitar ao aluno uma participação ativa na sociedade é mais uma contribuição teórica agregada à tendência que versa sobre "*a química no cotidiano e cidadania".* Isso implica que o conhecimento químico aparece não como um fim em si mesmo, mas também com o objetivo maior de desenvolver as habilidades básicas que caracterizam o cidadão: participação e julgamento. A elaboração do conhecimento químico, porém, nessa direção é espinhosa, delicada, trabalhosa, pois abre prenúncios de rupturas e a possibilidade de uma nova forma de pensar a prática pedagógica de Química.

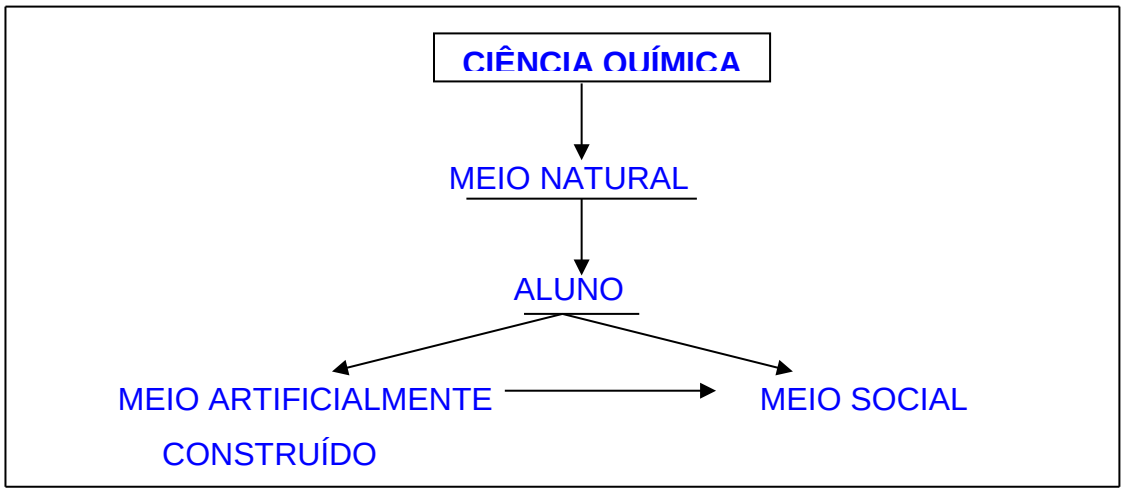
2.2.2 A Química como Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS.

Outra abordagem consubstanciada em Santos e Schnetzler (1997) é expressa na perspectiva da Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS, a qual, também, vincula a educação química à preparação para o exercício da cidadania. Para caracterizá-la, Hofstein et al. (1988, p.358) propõem a representação da figura 1, a qual é por eles assim explicada:

> *CTS significa o ensino do conteúdo de ciência química no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social. Os estudantes tendem a integrar a sua compreensão pessoal do mundo natural (conteúdo da ciência química) com o mundo construído pelo homem (tecnológico) e o seu mundo social do dia-a-dia (sociedade).*

Essas inter-relações estabelecidas na dimensão da ciência-tecnologia e sociedade estão expressas na citada ilustração, cujo entendimento situa o aluno fazendo uso lógico do conteúdo da ciência mediante as conexões feitas pelos materiais de ensino de Ciência Tecnologia e Sociedade - CTS que fornecem o conteúdo de Ciência Química neste contexto integrativo, mediante a dimensão artificialmente construída e dimensão social.

Figura 1 – O relacionamento entre ciência, tecnologia, sociedade e o aluno.



Fonte: extraída de Hofstein et al., 1988, p.358.

Para Salomon (1988), as três componentes de CTS significam separadamente que a ciência deve abordar o caráter provisório e incerto das teorias científicas. Com tal compreensão, os alunos poderão avaliar as aplicações da ciência, levando em conta as opiniões controvertidas dos especialistas. Ao contrário, com uma visão de ciência verdadeira e acabada, os alunos terão dificuldade de aceitar a possibilidade de duas ou mais opções para o problema focalizado. A Tecnologia deve ser apresentada como aplicação das diferentes formas de conhecimento para atender às necessidades sociais. Dessa forma, o aluno compreenderá as pressões das inovações tecnológicas na sociedade, caracterizando a tecnologia como uma produção social e reconhecendo a dependência da sociedade para com os produtos tecnológicos gerados. Finalmente, sobre sociedade, deve levar os alunos a perceberem o poder da influência que eles têm como cidadão. Assim, eles serão estimulados a participar democraticamente da sociedade por meio da expressão de suas opiniões.

Na compreensão de Holman (1988), o ensino de CTS não atende exclusivamente aos interesses de uma educação científica, mas deve existir uma ênfase na cidadania, ao preparar estudantes para o seu papel em uma sociedade democrática. Tal consideração vincula o ensino de CTS aos direitos

do cidadão e à sua participação na sociedade, vinculação essa também citada pela maioria dos autores adeptos de CTS revisado.

Pode-se depreender o significado do ensino de CTS por meio da sua comparação com o ensino tradicional de ciências. Neste sentido, os quadros a seguir explicitam o significado do ensino em questão.

Tabela 1 – Aspectos enfatizados no ensino clássico de ciências e no ensino de CTS.

Ensino Clássico de Ciências	*Ensino de CTS*
Organização conceitual da matéria a ser estudada (conceitos de física, química, biologia);	Organização da matéria em temas tecnológicos e sociais;
Investigação, observação, experimentação, coleta de dados e descoberta como método científico;	Potencialidades e limitações da tecnologia no que diz respeito ao bem comum;
Ciência, um conjunto de princípios, um modo de explicar o universo, com uma série de conceitos e esquemas conceituais interligados;	Exploração, uso e decisões submetidos a julgamento de valor;
Ênfase na teoria para articula-la com a prática.	Ênfase na prática para chegar à teoria.
Lida com fenômenos isolados, sob ponto de vista disciplinar, análise dos fatos, exata e imparcial;	Lida com problemas no seu contexto real (abordagem interdisciplinar);

Fonte: Tabela extraída de Zoller, 1974.

Essa proposta foi pensada inferindo destaque a um forte traço da dimensão prática, às vezes em detrimento da teoria. A extremidade da prática foi perdendo força desde a partir da década de 1980, quando a discussão sobre a importância da valorização do contexto em que está inserido o objeto de estudo e a realidade social se tornou evidente. Mckavanagh e Meher (1982) elaboram um quadro comparativo, que ressalta uma abordagem tradicional de ciências em relação à unidade de metais e uma abordagem de CTS em relação à unidade de metais. Veja a Tabela, a seguir:

Tabela 2 – Ensino de ciência tradicional e ensino de CTS.

Uma abordagem tradicional de ciências em relação à unidade de *metais.*	**Uma abordagem de CTS em relação à unidade de *metais.***
Classificação e propriedades dos metais E não-metais;	.Diversidade e funções de materiais metálicos de uso diário (incluindo desperdícios e desuso).
Desenvolver conceitos de maleabilidade, dureza, densidade, ductibilidade;	Produzir materiais referentes às propriedades e aplicações dos metais;
Estudo das propriedades físico- químicas e Aplicações de metais selecionados, ex: chumbo, ferro, cobre	Visão histórica da descoberta dos metais e ligas metálicas, bem como dos efeitos sobre a tecnologia e a sociedade.
Estrutura atômica e cristalina, propriedade E uso;	Pesquisa sobre metais, ligas e processos, os quis têm estimulado o desenvolvimento de novas tecnologias;

Fonte: Extraído de Mckavanagh e Meher (1982).

Nas tabelas 1 e 2, podemos verificar a diferença fundamental entre CTS e o ensino clássico, sendo caracterizado o ensino de CTS pela organização conceitual centrada em temas sociais, pelo desenvolvimento de atitudes de julgamento, por uma concepção de ciência voltada para o interesse social, visando a compreender as implicações sociais do conhecimento científico. Por outro lado, o ensino clássico é caracterizado pela organização curricular, centrado no conteúdo específico de ciências, com uma concepção de ciência universal, que possui valor por si mesmo, e não pelas suas aplicações sociais.

A abordagem consubstanciada em CTS apresenta os seus principais aspectos, quais sejam: o estudo da natureza da ciência, da tecnologia e da sociedade e de suas inter-relações, de modo que o aluno compreenda a interdependência de tais componentes, sob uma perspectiva social. Os aspectos mais significativos estão expressos na tabela a seguir:

Tabela 3 – Nove aspectos da abordagem de CTS.

Aspectos de CTS	*Esclarecimentos*
. Natureza da ciência;	Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social;
. Natureza da tecnologia;	Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e outros conhecimentos para resolver problemas práticos da humanidade;
.Natureza da sociologia;	A sociologia é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas;
Efeito da ciência sobre a tecnologia;	A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológica;
Efeito da tecnologia sobre a sociedade;	A tecnologia disponível a um grupo humano influencia significativamente o estilo de vida do grupo;
Efeito da sociedade sobre a ciência;	Através de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica;
Efeito da ciência sobre a sociedade;	Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas;
Efeito da sociedade sobre a tecnologia;	Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema, em conseqüência, promover mudanças tecnológicas;
.Efeito da tecnologia sobre a ciência; .	A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos;

Fonte: *Extraído de* Santos e Schnetzler (1997).

Essas considerações evidenciam que os cursos de CTS se organizam segundo uma abordagem interdisciplinar de ensino de ciências, cuja organização difere significativamente dos cursos convencionais de ciências centrados exclusivamente na transmissão de conceitos científicos.

Considerando o objetivo de formação do cidadão, pode-se destacar o fato de que os cursos mais enquadrados em tal perspectiva são os que dão maior ênfase aos aspectos sociais da ciência e da tecnologia. Por isso, vale ressaltar as principais características, quanto aos objetivos dos

cursos de CTS que apresentam foco de abordagem nos aspectos sociais voltados para a cidadania. Sobre esses objetivos, Zoller (1982) considera essencial que o currículo seja planejado de forma a assegurar o desenvolvimento da capacidade de tomar decisões. Neste sentido, garante que o ensino com objetivo de desenvolver a tomada de decisões é significativo em termos de:

(a) facilitar decisões sensíveis e razoáveis em um mundo conflitante;

(b) fazer com que a sociedade atue de modo produtivo em todos os níveis, esperando um mínimo de atrito social;

c) Melhorar a perspectiva da sobrevivência, tanto da pessoa como da sociedade;

(d) Auxiliar as pessoas a compreender, estimular e avaliar as decisões dos outros.

Essa proposta de ensino em CTS discute o objeto do conhecimento em Química de modo abrangente, genérico, evidenciando as inter-relações estabelecidas das ciências com as tecnologias e as sociedades. Os princípios norteadores da proposta estão consubstanciados na perspectiva da busca da cidadania.

O projeto dos americanos *Chemcom* – Química na comunidade – tem como objetivos:

> *Ajudar os alunos a perceberem o papel importante que a química desempenha em sua vida pessoal e profissional. Isso pode se conseguir, mostrando aos alunos como o conhecimento de certo número de princípios da química pode ajudá-los compreender muitos problemas relacionados com a tecnologia de que ouvem falar ou sobre os quais lêem nos meios de comunicação; (b) contribuir para soluções destes problemas à medida que vai se construindo uma consistência cidadã. (WARE et al.,1986, p.18).*

As discussões acerca das propostas de ensino que buscam trabalhar o objeto do conhecimento da Química numa perspectiva de entendimento com as dimensões do cotidiano, da cidadania e das tecnologias digitais, se estabelecem como a essência do discurso contemporâneo nas diversas áreas do conhecimento, em particular, na área de Química. Neste

sentido, travaremos uma discussão acerca deste saber com tecnologias digitais.

3 BASE TEÓRICA DA PESQUISA EM TECNOLOGIAS DIGITAIS

3.1 **Fundamentos Teóricos sobre Tecnologias Digitais.**

Este capítulo versa sobre a fundamentação teórica acerca das tecnologias digitais aplicadas ao ensino. Alguns dos autores como Papert (1994), Valente (2001), Castells (1999), Brunner (2004), Tedesco (2004) e Moran (2004) discutem a temática focalizada numa perspectiva geral. Discutiremos, posteriormente, de forma específica, as tecnologias aplicadas ao ensino de Química. Assim, faremos uma revisão bibliográfica que constitui arcabouço teórico deste trabalho de pesquisa, que versa sobre o incremento das tecnologias digitais no espaço escolar, bem como, sobre a inovação técnica e os desdobramentos tecnológicos que engendram novas formas de pensar, de agir, enfim, de se organizar socialmente.

Ao longo da história, o surgimento de novos dispositivos de comunicação produziu, simultaneamente, modificações na estrutura do pensamento, nos modos de apreensão do conhecimento e da realidade, assim como nas interações sociais. Essa constatação conduz nossa reflexão na perspectiva de suplantar a visão determinista que preestabelece linearidade e unicidade nas relações, cuja acepção durante muito tempo norteou o debate teórico sobre a técnica e, consequentemente, a forma de pensar e agir na sociedade.

Para os críticos mais ferrenhos da linearidade, em que se destaca a Escola de Frankfurt, a técnica era a responsável pelos grandes males da humanidade, transformando-se em uma espécie de ‘bode expiatório conceitual’, isto é, era considerada uma instância autônoma e exterior ao homem, adquirindo caráter de fatalidade. A relação entre o desenvolvimento tecnológico e o devir coletivo, extrapola o pensamento analítico linear ou causal.

O desenvolvimento tecnológico, porém, expresso mediante domínio e uso das tecnologias digitais na sociedade contemporânea, suscita a construção da realidade do tempo presente. Desse modo, um contexto social marcado por múltiplas transformações e transtornos são marcas substanciais em todos os aspectos da vida contemporânea. Crises, rupturas e desordens são as palavras-chave que caracterizam essa sociedade do tempo presente.

No momento em que uma tecnologia surge, por exemplo, um meio de comunicação, normalmente, os meios existentes são postos em choque. A transição não leva necessariamente substituição direta e imediata do antigo pelo novo, e sim a uma readaptação; a um reajustamento de funções e finalidades. No caso das tecnologias digitais no espaço escolar, torna-se necessário um tempo de maturação por parte dos professores e alunos; modificações de infra-estrutura na escola; aceitação da comunidade escolar como viável para o processo ensino/aprendizagem, enfim, um conjunto de fatores que modificam o *status quo* da escola, dependendo do domínio e uso, bem como da forma de utilização da tecnologia no ensino.

Portanto, o papel das inovações tecnológicas na sociedade atual, bem como, a compreensão de que para o conhecimento teórico o que interessa é o ‘por quê?’. No tempo presente a vivência com o mundo digital, opera substancialmente na dimensão do ‘como’? Isto é, a explicação e a descrição analógica são substituídas pela simulação. Por exemplo, um piloto não precisa mais ler manuais enormes que ensinam como ele deve agir em determinadas situações adversas, já que ele pode ‘vivenciá-las’, através de um simulador de vôo. Da mesma forma, podemos simular na química uma reação nuclear, como, por exemplo, a explosão de uma bomba atômica. A simulação possibilita ‘vivenciar’, através de um *software* de simulação, algumas situações adversas provocadas neste tipo de reação, cuja ocorrência acontece de forma segura e sem riscos. Além disso, um dos diferenciais é que os custos são bem mais acessíveis do que os custos de laboratórios convencionais.

Na atualidade, a forma de materialização e armazenamento de informações e conhecimentos ocorrem mediante *bits*, códigos digitais universais (0 e 1). Para Santos (2002, p.426),

> *As tecnologias da informática associada às telecomunicações vêm provocando mudanças radicais na sociedade por conta do processo de digitalização. Uma nova revolução emerge: a revolução digital. Digitalizada, a informação se reproduz, circula, modifica e se atualiza em diferentes interfaces. É possível digitalizar sons, imagens, gráficos, textos, enfim, uma infinidade de informações.*

Castells (1999, p.505) compreende que a "informação representa o principal ingrediente de nossa organização social. Os fluxos de mensagens e imagens entre as redes constituem o encadeamento de nossa estrutura social". Assim, processos criativos podem ser potencializados pelos fluxos sócio-técnicos de ambientes virtuais de aprendizagens que utilizam o digital como suporte.

Desta maneira, romper com as formas tradicionais e abstratas de conceber a ciência de modo geral e a Química, em particular, bem como a abordagem metodológica estabelecida para discutir o objeto desse conhecimento em sala de aula, é uma idéia que circula continuamente. Assim, a busca do conhecimento expresso desde um enfoque epistemológico, cuja base de sustentação teórica possibilita ao professor compreender o objeto de ensino de Química numa perspectiva dinâmica e de interação com o cotidiano do aluno, exige rompimentos com a verticalidade, com a descontextualização, a fragmentação e a exacerbação do abstrato[13].

Papert (1994, p.132) acredita que

> *... a supervalorização do abstrato bloqueia o progresso na educação reforçando mutuamente estilos na prática e na teoria [...] Além disso, essa supervalorização do pensamento abstrato vicia a discussão de questões educacionais. O motivo é que os educadores que defendem impor aos estudantes estilos abstratos de pensar quase sempre praticam o que pregam.*

Esse posicionamento do autor, o qual versa sobre a supervalorização do abstrato, alimenta a idéia que traz, em essência, a

[13] Significa conceber o objeto do ensino da Química como instância separada e distante da realidade vivencial do aluno, seja na perspectiva pragmática e rotineira, cognominado, cotidianidade (HELLER, 1992), seja na perspectiva praxiológica, cognominado, cotidiano refletido (LEFEBVRE, 1983).

necessidade de se tomar cuidados diante do que se prega no plano da dimensão teórica e o que realmente se faz na busca de inovações e mudanças.

Assim, a discussão estabelecida em sala de aula, acerca da dimensão da prática pedagógica, concernente à busca do conhecimento, institui: a atitude do professor, os condicionantes político-social do professor, os interesses do aluno, a infra-estrutura tecnológica de apoio à prática do professor, etc. São, pois, elementos substantivos que suscitam o potencial que as tecnologias trazem na sociedade e na Educação. Porém, entendendo que a mudança pedagógica depende do professor e não da tecnologia.

Essa preocupação atinente à mudança procede, sobretudo, quando se tratar de aspectos educacionais, como a relação professor/aluno mediada por tecnologias digitais, as estratégias pedagógicas para incrementar conteúdos em sala de aula e as avaliações educacionais de monitoramento do aluno. Compreendemos também neste trabalho que a forma como o professor utiliza as tecnologias digitais no ambiente escolar possibilita a criação de condições para o estabelecimento de debates e reflexões acerca do potencial de alcance, da eficácia e dos desdobramentos político-pedagógicos que podem ter as instituições escolares, quando as atividades de ensino são mediadas por essas ferramentas pedagógicas. Assim, sugerem reflexões, análises cuidadosas e aprofundadas para evitar equívocos teóricos ou soluções apressadas.

Vale ressaltar que geralmente as inovações e mudanças de práticas pedagógicas já constituídas e consolidadas em instituições escolares causam resistências por parte dos professores. No entanto, as inovações são necessárias, pois suscitam desafios e superações. Para Messina (2001) a inovação é algo aberto, capaz de adotar múltiplas formas e significados, associados com o contexto no qual se insere. Destaca-se, igualmente, que a inovação não é um fim em si mesmo, mas um meio para transformar os sistemas educacionais.

Moran (2004, p.245), compreende que:

> *Uma das reclamações generalizadas de escolas e universidades é de que os alunos não agüentam mais nossa forma de ensinar, eles querem mudanças. Os alunos reclamam do tédio de ficar ouvindo um professor falando na frente por horas, da distância entre o conteúdo das aulas e a vida cotidiana. No entanto, o incremento das tecnologias, como forma de busca de mudanças, nem sempre ocorre de fato, pois em geral continua fazendo o de sempre, o professor falando e o aluno ouvindo, apenas com um verniz de modernidade. As tecnologias são utilizadas mais para ilustrar o conteúdo do professor do que para criar novos desafios didáticos.*

Essa elaboração teórica de Moran referente à mudança, sobretudo, tangente à prática pedagógica nas escolas e universidades, ressalta dois pontos fundamentais: (1) a busca de mudanças no discurso da repetição e do *status quo* na prática pedagógica e (2) a inserção de tecnologias digitais no espaço escolar como instrumento de inovação e mudanças. Assim, em essência, carece entender que nem sempre uma inovação provoca mudança numa prática pedagógica já constituída e consolidada em instituições escolares, no entanto, as inovações e mudanças são necessárias, pois suscitam desafios e superações.

No entendimento de Farias (2003, p.12),

> *Polissêmicos, plurais e complexos são os termos inovação e mudança. A maioria dos estudos sobre inovação sublinha a idéia de 'novo', reconhecendo-a como um aspecto referenciador de sua definição.*

A reflexão do autor ocorre numa direção que sublinha o novo como aspecto referenciador, todavia, entendemos que o 'novo' poderá instituir ou não a mudança. A tese se sustenta na premissa de que nem sempre uma inovação implica, necessariamente, algo original, de 'primeira mão', uma invenção. Muitas vezes o 'novo' pode estar na introdução de algo que já tem uso corrente noutro lugar. As inovações são originais no lugar onde são incorporadas. Partilham dessa concepção Navarro (2000); Fullan (1991); Havelock e

Huberman (1980). A condição básica para se produzir uma inovação ou mudança é incorporar algo que até então não fazia parte da unidade de referência, alterando-a (FARIAS, 2003).

A mudança, por sua vez, faz parte da relação do homem com a natureza, com o mundo que o cerca, embora muitas pessoas se escusem de vivenciá-la. Desde que o homem nasce, convive com a necessidade e a possibilidade da mudança que é, ao mesmo tempo, um convite e uma exigência de sua condição histórica e social como ser da práxis (VÁZQUEZ, 1990). Para Fullan (1991) a mudança é engendrada lentamente. Trata-se de um processo e não de um fato.

As tecnologias digitais ocupam papel central nesta modificação, uma vez que a sua expansão para toda a sociedade permitiu introduzir este novo ritmo como regra e não mais exceção ou somente como possibilidade para uns poucos grupos. É claro que esta expansão não acontece de maneira uniforme ou regular, ou que atinja a todos, simultaneamente. Trata-se de uma incorporação, uma penetração destes novos ritmos nos diversos relacionamentos sociais.

Neste sentido, uma vivência do tempo e do espaço passa a ocupar a vida das pessoas. Não está ocorrendo somente uma aceleração do ritmo de vida das pessoas. Outra maneira de organizar esta vivência passa a ser uma exigência, desde o simples fato de se utilizar telefones celulares para a comunicação imediata até a aproximação constante com áreas geograficamente distantes através da mídia eletrônica. De acordo com Bianchetti (2001), é o metamorfoseamento do rápido em *on line*.

Estas considerações feitas sobre a digitalização como elemento propulsor de inovações e mudanças sinalizam de forma clara e nos possibilitam compreender que não é suficiente introduzir inovações no ambiente escolar, a exemplo de artefatos tecnológicos como o computador e o acesso *on line* via *internet.* Para que estes recursos possam servir de instrumento propulsor de mudança e melhoria da prática pedagógica escolar, é fundamental que os professores o conheçam, saibam utilizá-lo, compreendam suas potencialidades e limitações no processo ensino/aprendizagem.

Compreendemos ainda a existência de uma diferenciação sensível entre inovação e mudança. Mudar é muito mais do que inovar. Parte significativa das inovações acontece sem que se altere o essencial. A mudança ocorre de maneira processual e aprofundada. A idéia de mudança não tem sentido único. Noutras palavras, significa dizer que nem sempre uma mudança é para melhor. Comungam dessa idéia Glatter (1995); Fullan (1991) e Navarro (2000).

Mesmo assim, entendemos que a mudança é um vetor necessário para a busca da melhoria de qualidade. O computador como ferramenta pedagógica, além de inovação, suscita possibilidades de mudanças na forma de compreender o objeto do conhecimento, no entanto, para Moran (2004, p.245),

> *O computador trouxe uma série de novidades, de fazer mais rápido, mais fácil. Mas durante anos continua sendo utilizado prioritariamente como ferramenta de apoio ao professor e ao aluno. As atividades principais ainda estavam focadas na fala do professor e na relação com os textos escritos. Hoje, com a internet e a fantástica evolução tecnológica, podemos aprender de muitas formas, em lugares diferentes, de formas diferentes. A sociedade como um todo é um espaço privilegiado de aprendizagem. Mas ainda é a escola a organizadora e certificadora principal do processo de ensino/aprendizagem.*

Este fato nos remete a uma reflexão mais cuidadosa acerca do fenômeno, sobretudo, tangente às soluções apressadas que buscam dar conta de problemas constituídos historicamente, cujo viés, seja tecnológico ou metodológico, carece de aprofundamentos e maturações.

Assim, acreditamos, em tese, na necessidade de maior integração entre a Educação e a Informática. “A educação, concebida como responsável pela formação de um indivíduo atuante em uma sociedade cada vez mais informatizada e conectada, e a informática, concebida como catalisadora de mudanças no paradigma educacional” (SILVA & AZEVEDO, 2001.p.194). Compreendemos que a Informática, por si só, não estabelece nem catalisa mudanças, mas a forma como é concebida pelo professor e utilizada no sistema de ensino potencializa a eclosão de sucessivas inovações

e posterior mudança no paradigma educacional. Não obstante, Brunner (2004) compreende que a educação vive em tempo revolucionário, carregado, por isso mesmo, de esperanças e incertezas.

As tecnologias digitais, por sua vez, se apresentam como vetor de uma verdadeira revolução nas relações humanas e na minimização dos espaços entre os povos, principalmente com a produção dos primeiros computadores pessoais - PC. Essas máquinas com alta capacidade de resolução e processamento numérico se tornaram mais rápidas, menores e mais baratas, sendo utilizadas na área educacional como instrumento de aprendizagem assistida.

No Brasil, a utilização das tecnologias digitais no ambiente escolar foi consolidada como marco referencial, desde meados de 1990. Para Scapin e Marega Jr (2003, p.69),

> *Os recursos da internet, microcomputadores e softwares educacionais, combinados entre si, oferecem possibilidades ao processo de ensino e aprendizagem, propiciando aos professores a oportunidade de buscarem um modo de ensinar diferenciado e às escolas de inovarem-se, rompendo velhas estruturas com seus paradigmas já enraizados.*

Essa tendência manifesta-se de modo fortalecido e intensificado a cada dia nas instituições de ensino, embora o que prevaleça ainda no ensino de Química seja um conjunto de tecnologias, cuja forma de apresentação se limita predominantemente à palavra oral, à escrita sobre suportes estáticos e ao desenho esquemático. As formas de comunicações se conservam hierarquicamente unidirecionais e privilegiam o texto impresso e suas reproduções literais, enquanto, na realidade dos jovens, a representação pictórica é abundante.

Nesse sentido, Giordan (1997, p.7) compreende que “as constantes transformações que a sociedade tem vivenciado, contribuem para minorar as distâncias que separam a educação nos níveis fundamental e médio através das ferramentas modernas de produção e difusão do conhecimento”. Compreendemos, assim, que as tecnologias digitais possuem potencial inovador e mudança muito grande dependendo da forma de utilização.

Evidenciam-se muito fortemente, porém, até então, uma metodologia educacional e suas tecnologias ensinadas desde o ensino médio até nas universidades, que se mostram ineficientes para ajudar o aluno a aprender, sobretudo, na perspectiva de ajudá-lo a alcançar o poder de pensar, refletir e de criar com autonomia as soluções para os problemas que enfrenta.

Na essência dessas inquietações, há uma diversidade de questões que historicamente nutrem o modelo educacional brasileiro, vinculando-se às prioridades e aos interesses da sociedade dominante. Acreditamos como premissa básica que também conferem sustentação ao atual enfoque da prática pedagógica de Química no Brasil, quais sejam: a falta de contextualização no ato de ensinar, ineficácia na aprendizagem do aluno e debilidade nos discursos e na prática do professor em sala de aula, acerca da preparação do aluno para a vida, evidenciado nos diversos espaços e níveis de conhecimento (MÓL & SANTOS, 1998; MALDANER & ZAMBIAZI,1995; LUTFI, 1988) . O debate e a busca contínua e dinâmica de novas formas de pensar e agir pedagogicamente acerca desse objeto de ensino, no entanto, designam prenúncio de ruptura do modelo atual (PARENTE, 1990; BELTRAN & CISCATO, 1991).

Portanto, a busca de uma concepção de ensino de Química, consubstanciada na direção dos conteúdos aplicados ao contexto do aluno, de modo que se perceba a interface entre os conteúdos de ensino e seu cotidiano, compreendido como “prática refletida” Lefebvre (1983), é o que desejamos que seja feito na prática pedagógica.

Assim, delimitamos o estudo, vislumbrando, em princípio, a existência diagnóstica de uma crise contemporânea do ensino/aprendizagem, cujos desdobramentos relativos aos resultados do ato educativo não têm atendido às expectativas do aluno, sobretudo, tangente ao ensino de Química que busque estabelecer a interface do conteúdo de ensino com a prática do aluno; além disso, a detecção de seu vínculo, inalienável, com a necessidade de reflexões sobre sua práxis pedagógica.

Para Eichler & Del Pinno (2000), numa simulação virtual, o comportamento representa o funcionamento do sistema real, segundo as teorias ou modelos que o descrevem, ou seja, são representações de um

sistema que a teoria supõe ser real, que possibilitam interações sem as limitações ou perigos que o sistema real possa ter.

A melhoria da qualidade do ensino de química passa pela definição de uma metodologia de ensino que privilegie a experimentação como *uma* das formas de aquisição de dados da realidade, oportunizando ao aprendiz uma reflexão crítica do mundo e um desenvolvimento cognitivo, através de seu envolvimento de forma ativa, criadora e construtiva com os conteúdos abordados em sala de aula.

A escassez ou a pouca qualidade dos softwares educacionais em química pode ser atribuído ao diletismo de funções. Na concepção de Lollini (1991),

> Os *programadores travestidos de educadores têm produzido softwares tecnicamente perfeitos e pedagogicamente ridículos. Os educadores, dublês de programadores, tentaram traduzir idéias interessantes em um código que mal conhecem, alcançando resultados duvidosos.*

Esta reflexão do autor sugere a necessidade de um trabalho conjunto entre educadores e programadores para a utilização dos vários recursos tecnológicos postos a disposição a partir da Informática, que incluem conexões possíveis a uma grande quantidade de mídias.

Os computadores inseridos num ambiente de ensino/aprendizagem possibilitam a construção de conceitos e o desenvolvimento de habilidades ao aluno necessárias à sobrevivência na sociedade do conhecimento. Para Valente (2001) o aprendizado de um determinado conceito deve ser construído pelo aluno por meio do desenvolvimento de projetos que tenham caracteres interdisciplinares, cuja fonte de informação e recurso para resolução de problemas está em consonância com a abordagem construcionista.

As tecnologias digitais dentro da sala de aula possibilitam mudanças na prática educativa de química por que: atraem e motivam os alunos a prender; aumentam a produtividade e eficiência dentro de um laboratório; aumenta-se a capacidade de compreensão e memorização devido a rapidez de realimentação de informações no computador; o aprendizado

visual é intensificado (DALLACOSTA *et al*, 1998). No atual contexto sócio-cultural, influenciado pelas tecnologias de informação e comunicação, o analfabeto não é só aquele que não domina a leitura, a escrita e a oralidade (analfabetismo tradicional), mas também aquele que não detém os códigos que lhe permita dominar a leitura da imagem e a utilização de recursos informáticos. Para fundamentar melhor faremos uma discussão sobre o uso das tecnologias digitais no ensino de Química, em que discutiremos alguns trabalhos acerca da temática focalizada.

3.2 O Ensino de Química com Tecnologias Digitais.

Estamos vivenciando um tempo de grandes transformações tecnológicas e avanços no mundo das comunicações. Por meio da Internet, podemos nos comunicar com o mundo. Notadamente, para efetuar a comunicação da tecnologia referida, torna-se necessário que dominemos minimamente as dimensões da linguagem escrita e falada. É por meio da comunicação que podemos nos adaptar cada vez mais as inovações tecnológicas incrementadas no cotidiano da sociedade atual.

As tecnologias digitais estão cada vez mais presentes na vida cotidiana. Refletindo sobre a questão focalizada nos permite compreender que, sem sentir, adaptamos nossa maneira de agir, de pensar, de nos comunicar, mediante integração desses novos meios aos nossos comportamentos. As alterações produzidas pelas intermediações tecnológicas são muitas: do telefone ao fax; do telefone celular ao E-mail; da televisão a cabo à Internet, vivemos outro estilo de vida. Nem sempre nos damos conta disso.

Ao trazer essa discussão para a área da educação química objetivamos identificar, como ponto fundamental, o que caracteriza o ensino de Química permeado de tecnologias digitais. Uma diversidade de ferramentas tecnológicas de comunicação síncrona e assíncrona, como recursos audiovisuais, Ensino Assistido por Computador através de multimídia interativa, E-mail, grupos de discussão, *internet, chat,* teleconferência - áudio e videoconferência são alguns dos recursos tecnológicos disponíveis no mercado que podem ser inseridos na prática pedagógica de Química.

O ensino/aprendizagem nas diversas áreas do conhecimento sempre esteve atrelado às tecnologias disponíveis. Nesse tempo presente, aprendemos, também, pela televisão e pela *internet,* a adquirir conhecimento. Esta última é talvez a mais poderosa dessas tecnologias. Confere ao estudante grande autonomia na decisão do que, quanto e quando estudar. Este fenômeno torna-se consoante às atuais diretrizes da política educacional brasileira, qual seja: a de formar estudantes autônomos, diferenciados e criativos. Diante do exposto, questionamos, a *internet* substituirá a sala de aula? Penso que não! Como diz Minatti (2004), porém, a *internet* pode ir a lugares onde a sala de aula não consegue chegar. Do quarto do aluno ao mais inóspito deserto da superfície terrestre, ele pode ter acesso ao conhecimento.

Diante desse fato reflexivo, concebemos que a *internet* nunca, jamais, irá substituir o professor em sala de aula ou no laboratório. Não é este o objetivo da rede. A *internet* é uma ferramenta adicional que pode ser usada pelo educador para complementar o seu trabalho no processo educativo, de formulação do conhecimento.

Na compreensão de Souza (2004), embora estejamos vivendo na era da comunicação, quando a distância não é mais uma barreira para o conhecimento, o nosso método didático é o mesmo do que foi o de nossos mestres. Usamos, ainda, os mesmos livros. O jovem, então, não vê no estudo uma relação com o mundo onde vive - moderno, interativo e dinâmico. Cabe aos educadores, reaver o interesse de nossos alunos. A internet nos dá esta oportunidade, pois permite a adequação do conteúdo didático à realidade do aluno que busca coadunar prazer, dinâmica e, sobretudo, interatividade.

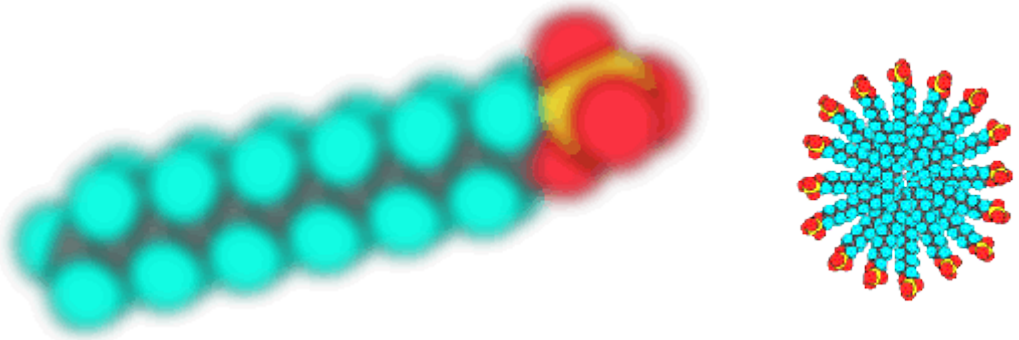
Nessa reflexão, o autor compreende que o jovem está desestimulado em relação ao estudo. Seria isto o reflexo de uma geração em descompasso temporal relativo ao sistema atual de ensino, em que não representaria mais os anseios do jovem na temporalidade presente? Não temos resposta para este questionamento, tampouco é objetivo desta pesquisa respondê-la. Temos clareza, porém, de que a inserção das tecnologias digitais na prática pedagógica poderá dinamizar o ensino e instigar a curiosidade e o interesse do aluno.

A seguir, discutiremos uma proposta de ensino de Química permeada de tecnologias digitais, em que as temáticas: surfactantes e micelas, por exemplo, são trabalhadas através de um *site,* via *internet,* no qual estão constituídos 03 (três) momentos, quais sejam: *aula virtual; exercícios e experimentos virtuais.* Na *aula virtual,* é discutida a fundamentação teórica sobre cada temática, caracterizando os diversos tipos de surfactantes, como veremos, em seguida:

Atividade Aula Virtual - *Molécula de Surfactante*[14].

Travaremos, nesta atividade, discussões sobre moléculas de surfactantes e micelas, em cauda hidrofóbica e cabeça hidrófila, bem como os tipos de ligações químicas envolvidas na molécula. A discussão sobre como o sabão atua na limpeza de gordura, evidenciando a ação tensoativa do sabão nas diversas fases: (a) de adesão; (b) de desligamento; e (c) de emulsão.

Na atividade, *exercícios*, o objetivo é buscar a verificação da aprendizagem sobre a matéria. Na atividade, *experimentos virtuais*, o objetivo é verificar de forma dinâmica a situação, antes e depois, da utilização do detergente sobre a água e o comportamento do barco de papel no experimento.



Surfactante Micela

Figura 2 - Moléculas de surfactantes e micelas em cauda hidrofóbica e cabeça hidrófila.

Surfactantes são compostos orgânicos constituídos por moléculas anfifílica contendo partes polares (cabeça) e apolares (cauda), com propriedades de atividade superficial, resultado da adsorção destes compostos na superfície de líquidos ou na interface de dois líquidos imiscíveis.

[14] Este conteúdo está disponibilizado no site: http://www.ufsc.br/qmcweb/micela/index.html.

Cauda Hidrofóbica

Parte da molécula de natureza APOLAR. O termo hidro (água) + fóbico (medo) indica que esta região não apresenta solubilidade em água

Cabeça Hidrofílica

Parte da molécula de natureza POLAR ou iônica. O termo hidro (água) + fílica (amizade) indica que esta região apresenta solubilidade significativa em água

Micelas são partículas microscópicas de gordura envolvidas por moléculas de sabão, orientadas com a cadeia apolar direcionada para dentro (interagindo com o óleo) e a extremidade polar para fora (interagindo com a água).

Um questionamento cotidiano que sempre fazemos ao observar a ação do sabão na limpeza é: por que o sabão dissolve a gordura?

Uma explicação prática é que a parte hidrofóbica do sabão, cauda, parte apolar da molécula surfactante, solubiliza e dissolve a gordura, formando uma emulsão. A cabeça hidrofílica, parte polar do sabão, é solúvel em água, a qual se agrega e arrasta a emulsão, removendo a sujeira.

É preciso ressaltar também que a água, por si só, não consegue remover certos tipos de sujeira, como, por exemplo, restos de óleo. Isso acontece porque as moléculas de água são polares e as de óleo, são apolares.

O sabão exerce papel importantíssimo na limpeza, porque consegue, por assim dizer, "jogar nos dois times", isto é, possui dupla "especificidade", no que diz respeito a sua polaridade. Veja:

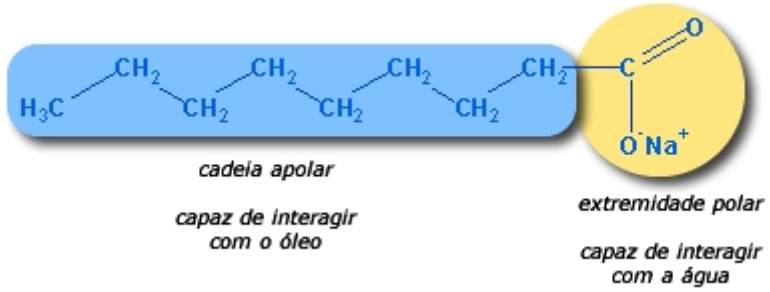


Figura 2 - Moléculas de surfactantes e micelas em cauda hidrofóbica e cabeça hidrófila.

Dessa maneira, ao lavarmos um prato sujo de óleo, forma o que os químicos chamam de ***micelas***, partículas microscópicas de gordura envolvidas por moléculas de sabão, orientadas com a cadeia apolar direcionada para

dentro (interagindo com o óleo) e a extremidade polar para fora (interagindo com a água).

Vejamos agora como o sabão atua no processo de limpeza de gordura:

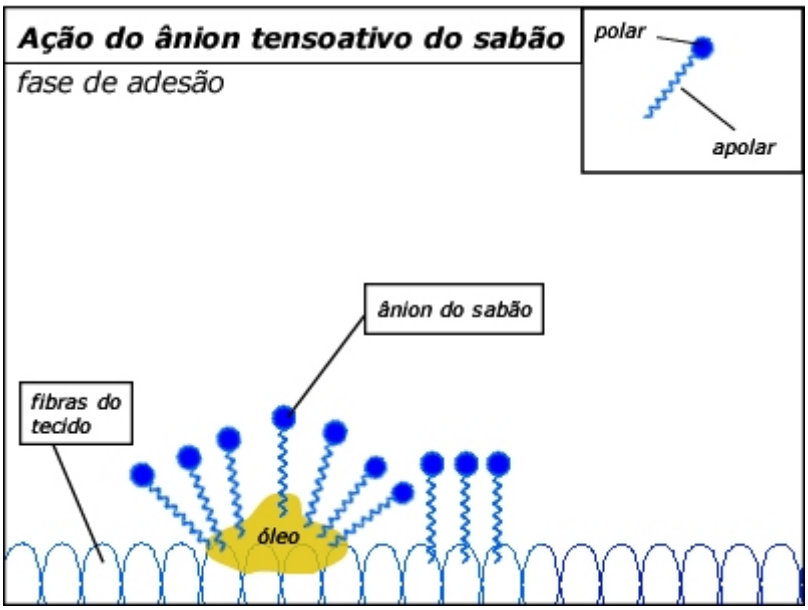


Figura 3 - Ação do ânion tensoativo do sabão: fase de adesão.

Os sabões diminuem a tensão superficial da água, de modo que esta possa "molhar melhor" os materiais (daí os sabões serem chamados de **substâncias tensoativas**, ou seja, substâncias que abaixam a tensão superficial de um líquido).

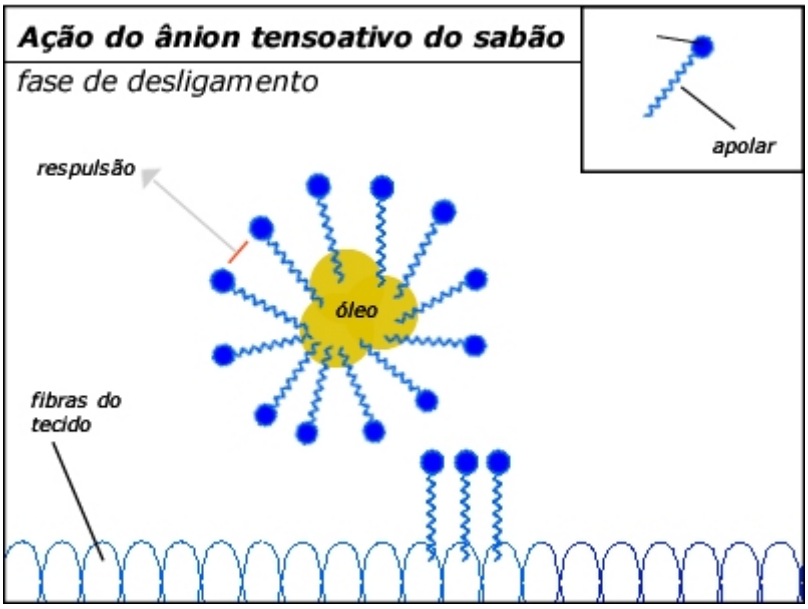


Figura 4 - Ação do ânion tensoativo do sabão: fase de desligamento.

Concentram-se as partículas de óleo ou gordura em micelas coloidais, que se mantêm dispersas na água (daí os sabões serem chamados de substâncias emulsificantes ou surfactantes).

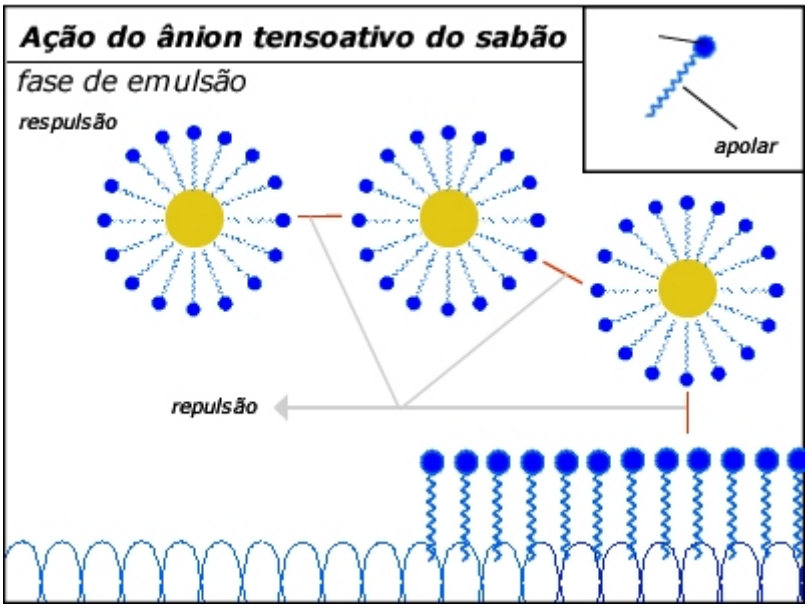


Figura 5 - Ação do ânion tensoativo do sabão: fase de emulsão.

Impedem a reaglomeração das micelas, que ficam protegidas por uma película e se afastam pela **repulsão de cargas elétricas**.

A seguir, veremos uma síntese, em termos de ligações químicas existentes nas moléculas surfactantes.

Os tipos de ligações químicas na molécula de surfactante

Nas moléculas de surfactantes, estão presentes alguns tipos de ligações químicas como as ligações iônicas e covalentes: polar e apolar.

Ligações Químicas

É a união entre 2 (dois) ou mais átomos na formação de uma molécula. Esta ligação ocorre na eletrosfera: os elétrons podem ser compartilhados pelos átomos (**covalente**) ou transferidos de um átomo para outro (**iônica**). Ex: (a) HBr H - Br (covalente); (b) NaO (iônicas).

Na **ligação covalente polar**, o par eletrônico não é igualmente compartilhado: um dos átomos que constitui determinada molécula exerce maior atração sobre os elétrons, provocando polarização da ligação, isto é, a densidade eletrônica sobre os átomos envolvidos na ligação é desigual.

Ex: HF H – F (polar)

Uma **molécula polar** é capaz de se orientar em um campo eletromagnético, em virtude da natureza polar de suas ligações químicas. A água, por exemplo, é uma molécula polar.

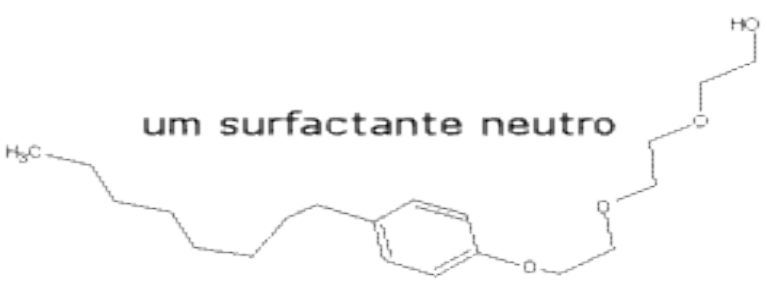
Na **ligação covalente apolar**, o par eletrônico é igualmente compartilhado entre os átomos, havendo uma homogeinidade na densidade eletrônica em ambos os átomos. **Moléculas apolares** são moléculas incapazes de ser alvo de uma orientação em um campo eletromagnético. O propano, por exemplo, é uma molécula apolar. Ex: $CH_3 CH_2 CH_3$ (apolar).

Uma das diversas razões para identificar a solubilidade de uma substância em outra é o tipo de ligação química presente nas substâncias envolvidas, no caso aqui focalizado, os surfactates. Além disso, outros fatores como a temperatura, a pressão, a concentração etc, contribuem significativamente com a dissolução de substâncias.

A seguir, veremos alguns exemplos de surfactantes presentes em alguns tipos de sabões.

Os surfactantes

As moléculas de surfactante possuem duas regiões distintas: uma delas apolar e outra polar ou iônica. Os surfactantes podem ser neutros ou iônicos.



Os iônicos podem ser catiônicos ou aniônicos ou, ainda, anfóteros, quando ambas as cargas estão presentes no surfactante.

Veja, a seguir, a representação gráfica de um surfactante anfótero:

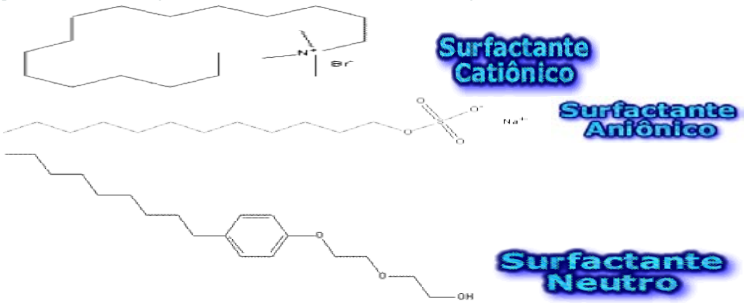
O *site* focalizado propõe a atividade denominada exercício para verificação da aprendizagem como elemento interativo, visto que o aluno participa ativamente na execução das atividades, propondo as respostas aos questionamentos. A seguir, veremos dois exemplos da atividade exercícios.

(Atividade Exercícios)

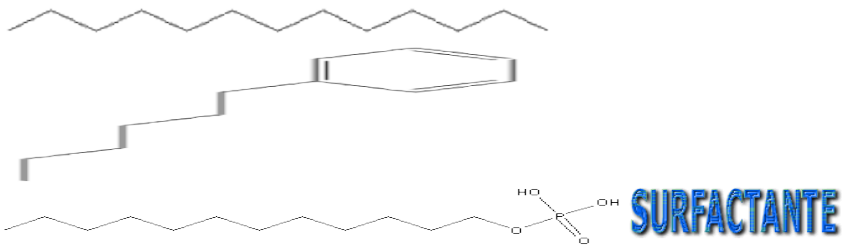
Exercício 1. Agrupe corretamente as moléculas com suas respectivas classificações dentre os surfactantes.

Clique e arraste até sobrepor os respectivos pares. Depois, clique no botão abaixo para verificar se a resposta correta:

[Você somente poderá ir ao exercício 2, se responder corretamente esta questão]



Exercícios 2: Qual, dentre as moléculas ao lado, é um surfactante?
(arraste a estrutura correta até a palavra "SURFACTANTE")



Após analisar a atividade exercícios, verificamos que a fundamentação teórico-metodológica para resolução das questões disponibilizadas se sustenta no método de tentativas por ensaios e erros, de modo que a dinâmica se torna somente aparente, pois, mesmo que o aluno seja totalmente desprovido de conhecimento químico sobre a matéria focalizada, ele termina acertando por tentativas. Essa é uma das ferramentas a ser utilizada numa proposta pedagógica para trabalhar determinada temática, mas não pode ser a única.

(Atividade Experimentos Virtuais)

O barco movido a surfactante!

Faça em casa: tudo o que você precisa é uma bacia com água, um **barco de papel** e algumas gotas de detergente. E, então, adicione o detergente na água.

Figura 6 – Antes de colocar detergente sobre a água.

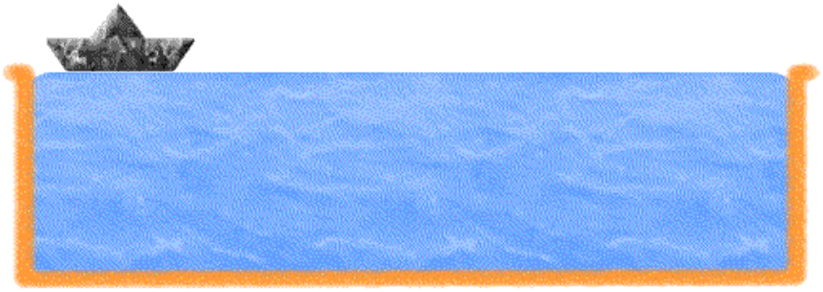


Figura 6: barco de papel sobre a água na banheira.

Figura 7 – Após colocar detergente sobre a água.

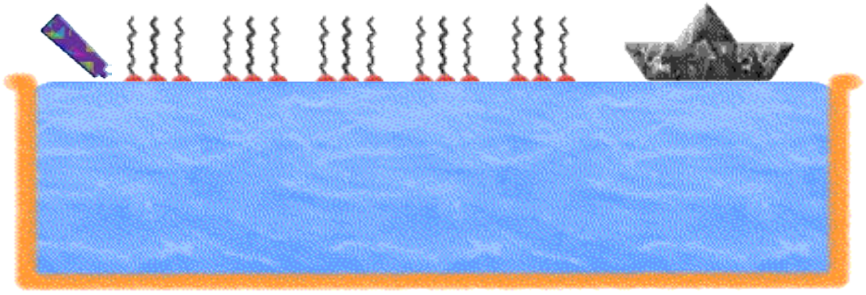


Figura 7 - barco de papel sobre a água com detergente na banheira.

A atividade *experimentos virtuais* estimula o aluno a pensar sobre diversos fenômenos químicos presentes, quais sejam: forças intermoleculares,

interações, ligações químicas, solubilidade, soluções, emulsões, enfim, uma série de fenômenos químicos que tornam os alunos estimulados a conhecer e desafiados a responder aos questionamentos. Por exemplo, no questionamento: por que o barco se move?

Para Pensar

1 Por que o barco se move?

A movimentação do barco ocorre em virtude da redução da tensão superficial da água provocada pela ação do detergente, isto é, essa propriedade dos líquidos, chamada de ***tensão superficial***, ocorre em razão das forças de atração que as moléculas internas do líquido exercem sobre às da superfície. Além disso, por outro fator denominado repulsão, este fator é provocado pela parte apolar do detergente, que fica na interface água-ar, com a parte apolar da celulose do papel. Assim, o espalhamento do surfactante empurra o barco.

2 Por que as moléculas de surfactante ficam na interface água-ar, com as cadeias carbônicas fora do líquido?

A resposta ao questionamento que se refere ao porquê de as moléculas surfactantes ficarem na interface água-ar, com as cadeias carbônicas fora do líquido, decorre das interações intermoleculares em que a água, por ser uma substância polar, interage com a parte polar (cabeça) do detergente, ficando a parte apolar (cauda) fora do líquido.

Essas atividades desenvolvidas no *site* fazem questionamentos, mas privam o aluno de saber se sua resposta está ou não correta, visto que não está disponível na rede a ferramenta para que o aluno possa verificar sua resposta.

Desta forma, entendemos que um *site* disponibilizado na internet é diferente de uma página de livro, sob vários aspectos: interatividade, velocidade, quantidade de informação e conhecimento. Assim, a tecnologia permite criar um ambiente de interatividade e participação do aluno, que se torna o diferencial na prática pedagógica, sobretudo, quando comparado ao modelo tradicional de ensino. A aprendizagem, na modalidade ensino

permeado de tecnologias digitais, se expressa em relações em que o aluno, como ser ativo, passa a ser o responsável pela direção e significado de seu aprendizado, além de auxiliar na democratização do conhecimento.

Na área de reações químicas, podemos produzir virtualmente, de forma dinâmica, mediante *software* de simulação, reações nucleares que nos possibilitam a visualização tridimensional e a compreensão sobre os efeitos benéficos e maléficos causados por eventos dessa natureza. O que há de novo nesse evento é a possibilidade de simular virtualmente eventos da Química que numa situação normal de laboratório se tornaria impossível efetivar.

Outro exemplo é a utilização do *site* interativo[15] que versa sobre a variação da pressão de um gás, em função das variáveis temperatura, volume e número de moléculas. Esse *site* permite verificar de forma interativa as diversas situações que fazem aumentar ou diminuir a pressão de um gás. Desse modo, o foco diferencial se constitui substantivamente na simulação das situações que permitem essa variação da pressão de um gás.

O aluno pode simular essa variação da pressão, alterando apenas uma (01) variável; duas (02) variáveis ou as três (03) variáveis e observar o comportamento da pressão, em virtude da equação de *Clapeyron* (PV = nRT) ou (P = nRT/V)[16]. A visualização da ocorrência do fenômeno na tela, quando se altera a variável e modifica a pressão do gás, facilita a compreensão do aluno, o que certamente o instiga a buscar a aprendizagem nas várias situações vivenciadas na interação com o objeto de aprendizagem. A seguir, veremos as diversas situações que modificam a pressão de um gás.

[15] http://.nautilus.fis.uc.pt/molecularium

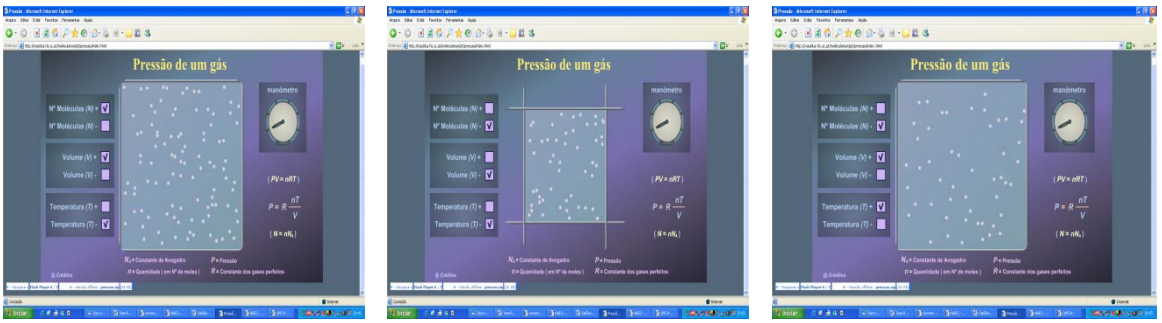
[16] Na equação de Clapeyron “P” (pressão); “V” (volume); “T” (temperatura); “n” (quantidade de moléculas) e “R” (constante dos geral dos gases).

Situação 1. Baixa temperatura, grande volume e poucas moléculas em situação inicial.

Figura 8 - Pressão de um gás em função das variáveis: T, V e n.

Essa situação inicial expressa na tela mostra que a pressão de um gás se modifica à medida que ocorre alteração nos fatores variáveis - temperatura, volume e número de moléculas. Os fundamentos da equação de Clapeyron (P = nRT/V) permitem ao aluno perceber que o aumento ou diminuição da pressão é diretamente proporcional ao número de moléculas e à temperatura e inversamente proporcional ao volume. As telas, a seguir, mostram o fenômeno em três situações.

Situação 2. Modificação de uma (01) variável e o comportamento da pressão.



(a) (b) (c)

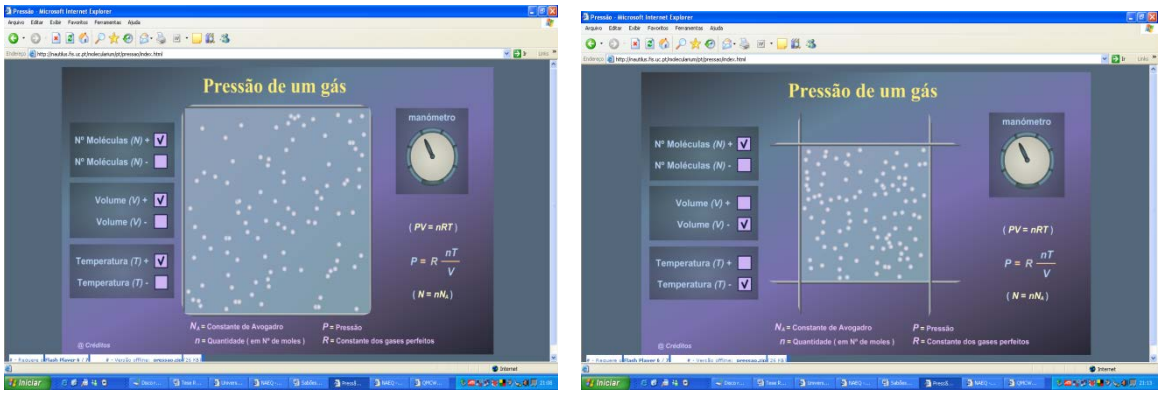
Figura 9 - Pressão de um gás em função das variáveis redução de volume e aumento na quantidade de moléculas.

Na situação 2, podemos observar nas telas (a), (b) e (c) que a alteração de qualquer um dos fatores faz com que o comportamento da pressão seja o mesmo, isto é, aumenta na mesma intensidade. Esse fenômeno não é totalmente verdadeiro, visto que não são consideradas nas telas analisadas as concentrações e quantidades, ou seja, há o entendimento de que, por exemplo:

(a) se quadruplicarmos a temperatura e (b) se duplicarmos a quantidade de moléculas, o comportamento da pressão é o mesmo nas duas situações. Isso não é verdade. A variação da pressão de um gás, dependendo das concentrações e quantidades, ocorre de forma diferenciada. Assim, nessas simulações ilustradas, equivocadamente, ocorrem uma omissão de informações e conhecimento no *site* analisado. Nesse sentido, essa situação constitui o que estamos denominando de “erro conceitual imerso no *site*”.

Entendemos, contudo que essa ferramenta analisada tem sua importância, sobretudo, concernente à interatividade, que possibilita ao aluno simular as diversas situações que modificam a pressão de um gás, mediante a utilização deste *site*. Esse é o fator que se constitui como ponto fundamental. A seguir, veremos a situação 3, em que se alteram duas variáveis e o comportamento da pressão é o mesmo nas duas telas, comprovando que as concentrações e quantidades são desconsideradas para o fenômeno analisado.

Situação 3. Modificação de duas (02) variáveis e comportamento da pressão.



(a) (b)

Figura 10 - Pressão de um gás em função das variáveis: aumento da temperatura e aumento na quantidade de moléculas/ aumento da quantidade de moléculas e redução de volume.

As telas (a) e (b) ilustram que a pressão de um gás aumenta na mesma intensidade, quando se alteram dois fatores modificadores da pressão, independentemente das concentrações e quantidades, o que ratifica o discurso já mencionado acerca da questão.

Situação 4. Modificação de três (03) variáveis e comportamento da pressão.

Figura 11 - Pressão de um gás em função das variáveis redução de volume, aumento na quantidade de moléculas e aumento da temperatura.

O objeto de aprendizagem (OA) ilustrado na situação 3 mostra que a modificação da pressão de um gás duplica numa razão direta com a quantidade de variáveis alteradas, isto é, se alterarmos uma (01) variável é “X”, duas variáveis “2X”, três variáveis “4X”, não deixando claro o porquê desta duplicação. Outro “ponto falho” da ferramenta é que não disponibiliza abertura para questionamentos e respostas acerca deste OA. Não obstante, torna-se necessário entender que, em Educação, em particular no ensino de Química, as tecnologias digitais funcionam como importantes auxiliares. Em verdade, elas já se ocupam de muitas funções educativas, a maioria delas fora dos sistemas regulares de ensino. As pessoas que têm acesso ao computador e à Internet utilizam esses recursos para se informar, trocar idéias, discutir temas específicos. Esses momentos, porém, de comunicação, de lazer e auto-instrução, com base em interesses pessoais, são orientados ou aproveitados nas (ou para as) atividades de ensino ainda de forma tímida, seja pela falta de domínio técnico no manuseio dos equipamentos das tecnologias digitais, seja pela recusa em função ideológica.

Mas, para Kenski (2003, p.70),

> *As tecnologias digitais de comunicação e informação, sobretudo, o computador e o acesso à Internet, começam a participar das atividades de ensino realizadas nas escolas brasileiras de todos os níveis. Em algumas, elas vêm pela conscientização da importância educativa que esse novo meio possibilita. Em outras, são adotadas pela pressão*

> *externa da sociedade, dos pais e da comunidade. Na maioria das instituições, no entanto, elas são impostas como estratégia comercial e política, sem a adequada reestruturação administrativa, sem reflexão e sem a devida preparação do quadro de profissionais que ali atuam.*

A história mostra que a escola, desde que foi criada como instituição educacional, exige a necessidade do emprego de novos métodos de transmissão do conhecimento, dado que apenas o sistema milenar de transmissão por via oral não seria suficiente para uma completa assimilação por parte do aluno. As tecnologias digitais no ensino de Química desenvolveram um papel importante como ferramentas, que interagem, ilustram e proporcionam simulações virtuais que despertam o interesse do aluno, facilitando sua aprendizagem.

O *software*[17] que representa os experimentos desenvolvidos pelo pesquisador Rutherford e seus colaboradores, por exemplo, dimensionam essa importância, na medida em que discute a interação das partículas alfa com a matéria à luz do modelo de *Thomson*, em que o aluno, de forma interativa, percebe os fundamentos do experimento e do modelo atômico.

É preciso compreender também que não basta um *software* bem elaborado, em termos de proposta pedagógica, tornando-se condição *sine qua* que também seja necessariamente bem trabalhado em sala de aula. Por exemplo, é importante que o professor relacione a temática focalizada com aquilo que o aluno já sabe e isso o *software*, *a priori,* não garante. O *software* de simulação em Química, dado o seu potencial interativo, é considerado pelos diversos autores do ensino de Química, como: Minatti (2004), Meleiro & Giordan (1999) e outros, como ferramentas úteis para a aprendizagem de conceitos científicos e que auxiliam o aluno a raciocinar e interagir a respeito de certos fenômenos químicos. As suas vantagens estão relacionadas com os modos de construção do conhecimento, pois as simulações oferecem ambiente interativo para o aluno manipular variáveis e observar resultados imediatos, decorrentes da modificação de situações e condições.

[17] Este *software* está disponível no site www://micro.magnet.fsu.edu/eletromag/java/rutherford.

Ressaltamos, ainda, que alguns *softwares* simulam fenômenos químicos difíceis ou até impossíveis de repetir ou criar fora de um ambiente computacional. Espera-se que a simulação represente o fenômeno consoante às regras e processos, segundo as leis, teorias ou modelos, que o descrevem e o explicam. Em tais atividades, no entanto, não há a prescrição de uma forma singular de abordar o sistema simulado. Isso acontece à vontade do usuário, de sua interação com a simulação; ou seja, nos aspectos educacionais, o que interessa é o que o estudante pode aprender do sistema simulado, sem as limitações ou perigos que o sistema real possa ter.

Por sua vez, o professor pode contar com vários acessórios tecnológicos significativos no ato de ensinar, por exemplo: o *software* educacional, que, através do computador, possibilita uma aula mais interativa aos alunos, permitindo, por exemplo, uma aula de laboratório, quando o aluno pode presenciar uma reação química perigosa, uma explosão nuclear, um vulcão em erupção, etc., tudo isso a 30cm de distância sem correr o menor risco, ou seja, atos de presenciar e interagir até então impossíveis realizar na prática. Assim, o aluno pode interagir nessas experiências, de modo que vai causar ou impedir a explosão; combinar elementos químicos que não causem a reação esperada, ou, por outro lado, juntar elementos químicos corretos e verificar a reação desejada. Isso é interação. Essa interação significa algo novo para o ensino, influenciando de maneira benéfica o processo cognitivo.

Desta forma, com o aumento da produção e transmissão do número de informações, a escola, responsável por seu papel principal de formar cidadãos aptos a enfrentar as exigências dos novos tempos busca novos meios de repassar ao aluno o conhecimento armazenado, utilizando-se de meios como a televisão, o videocassete e, mais recentemente, o computador e a Internet.

Vale ressaltar que a compreensão de teorias e a aplicação de modelos explicativos exigem do aluno o estabelecimento de relações entre os fenômenos observáveis e o não diretamente observável universo das partículas com dimensões atômicas e subatômicas. Por outro lado, aos alunos as teorias e os modelos explicativos já prontos e acabados, sem que eles tenham conhecimento dos processos que levam a sua construção, não constitui a melhor estratégia para torná-los independentes nas elaborações de tais

raciocínios. Concordamos com Lopes (1995), quando afirma ser muito mais importante que os alunos compreendam a multiplicidade dos fenômenos com que trabalhamos, reconhecendo-os, sabendo descrevê-los e explicá-los como modelos, em vez de se prenderem a classificações mecânicas, como reações químicas de dupla troca, reações de deslocamento, por exemplo.

Na compreensão de Souza (2004), por exemplo, a Química é uma das grandes beneficiárias desses avanços tecnológicos, visto que moléculas sendo essencialmente estruturas tridimensionais facilitam a visualização e compreensão destas, diferentemente das limitações dos suportes bidimensionais. Por exemplo, as soluções, como as projeções de Fischer ou as projeções de Haworth, são insuficientes quando se trata de estruturas com a complexidade das proteínas ou reações estéreo-seletivas. A Internet permite transferir estruturas moleculares em termos das suas coordenadas espaciais, de forma que, com um programa visualizador, possam ser rodadas e observadas de qualquer ângulo, ou diretamente utilizadas para iniciar uma sessão de modelação molecular, ou para utilização numa base de dados.

Nesse sentido, várias iniciativas metodológicas e tendências pedagógicas que trazem, essencialmente, como substrato básico o computador e a *internet* utilizados como ferramentas pedagógicas estão sendo incrementadas no processo de ensino/aprendizagem. Elas são empregadas na sala de aula como ferramenta de grande importância. Uma infinidade de páginas e *sites* novos são lançadas na web, diariamente. Dentre estes, muitos estão ligados diretamente ao ensino e à Educação. Na Química, por exemplo, podemos acessar, através da internet, vários *sites* que tratam de temáticas específicas de Química. Algumas dessas iniciativas estão condensadas no quadro a seguir:

Tabela 4 – *Sites* utilizados pelos professores de Química da UFPI.

Ferramentas Pedagógicas	Instituições	Endereço Eletrônico
QMCWeb – Revista Eletrônica de Química;	UFSC	www.qmcweb.br/qmcweb/arquivo
NAEQ Núcleo de Apoio ao Ensino de Química (Textos Interativos);	UCS – U. Caxias do Sul	www.ucs.br/ccet/defq/
Molecularium – Simulações em Física e Química;	Centro de Ciências Vivas de Coimbra;	http://.nautilus.fis.uc.pt/molecularium
Chemkeys – Instituto de Química e Física da Unicamp;	Unicamp: Química	www.chemkeys.com
Química Geral Virtual;	U.F.S.C	http://.qmc.ufsc.br/geral

Fonte – sites especializados.

Veremos mais cuidadosamente, no capítulo 6, que alguns *sites* como quark[18] e o NAEQ[19] – Núcleo de Apoio ao Ensino da Química (textos interativos) concebidos como ferramentas disponibilizadas na rede, se resumem a apresentar textos eletrônicos que possibilitam ao aluno se fundamentar sobre a Química, mediante aquisição de informações e conhecimentos. Outras iniciativas como, por exemplo: qmcweb[20] - revista eletrônica de Química; chemkeys[21] e o *molecularium*[22] – simulações em físico-química são *sites* que possibilitam ao aluno interatividade, porém algumas atividades desenvolvidas apresentam restrições teóricas ou erros conceituais, como já comentados.

Outras iniciativas, como sbq[23], *journal chemical education,* são utilizadas em grande parte das instituições de ensino de Química do País. Não obstante, Gutz (2004) faz uma reflexão, a qual nos situa diante de questões que nos desafiam a encontrar soluções. Para ele, as aulas em laboratórios

[18] http://quark.qmc.ufsc.br/orgânica.
[19] www.ucs.br/ccet/defq/naeq/textosinterativos.
[20] www.qmc.ufsc.br/qmcweb/arquivo.html.
[21] www.chemkeys.com.
[22] http//nautilus.fis.uc.pt/molecularium.
[23] www.sbq.ensino.foco.fac.ufmg.br/interativo.

continuarão imprescindíveis no Ensino Médio de qualidade, assim como no Ensino Superior em Química e noutras ciências experimentais.

Na compreensão de Tedesco (2004), as tecnologias digitais permitem uma comunicação interativa e multimidiática que leva os jovens a se relacionarem de modo mais flexível com o conhecimento. Essa articulação de comunicação e conhecimento foi cognominada *sociedade da informação e sociedade do conhecimento*. A sua inserção no interior das instituições educativas possibilita uma dinâmica diferente ao ensino/aprendizagem.

A *internet, software* educativo e o computador, aqui concebidos como ferramentas de ensino de grande utilidade para esse momento/histórico em debate, são tratados nesse espaço/tempo presente como revolução tecnológica, cuja inserção na prática pedagógica possibilita desempenho de papel fundamental em ambientes interativos de aprendizagens.

As ferramentas *sites e softwares* educativos carecem de avaliações criteriosas, haja vista a escassez de trabalhos que relatam o uso de tecnologias digitais no ensino de Química, especialmente em cursos de formação de professores; além disso, uma quantidade significativa das produções acerca da temática discutida e disponibilizada na rede apresenta qualidade teórico-metodológica duvidosa. Por isso, no capítulo 6 (seis) aplicaremos uma grade de análise para avaliar *softwares e sites* de Química pesquisados. A seguir, trataremos do capítulo relativo à fundamentação teórica sobre *sites e softwares educativos*.

4 SITES E SOFTWARES EDUCATIVOS DE QUÍMICA

4.1. Fundamentos Teóricos sobre Softwares Educativos

Os recursos tecnológicos, *software*s educativos, imersos no ambiente escolar de aprendizagem, podem contribuir significativamente para a busca da qualidade do ensino, visto que possibilitam o desenvolvimento do pensamento ativo, dinâmico, a capacidade criativa e a interatividade dos alunos. Para que, porém, ocorra desta forma, torna-se necessária a intervenção do professor como mediador para contextualizar o fenômeno químico tratado n*o software* utilizado no ensino/aprendizagem, além disso, é

preciso ter uma base pedagógica consistente e bem fundamentada na direção da interatividade.

Há de se entender como premissa básica que *software* mal elaborado pode trazer conseqüências danosas ao ensino/aprendizagem do aluno no ato educativo. Este fato/fenômeno provoca um interesse crescente dos pais, educadores e instituições de ensino na avaliação de *software educativos.* Milhares deles estão sendo produzidos e distribuídos no mercado brasileiro, daí por que a necessidade de verificar, criteriosamente e com o olhar crítico, a qualidade destes produtos, em termos de adequação destes programas a objetivos pedagógicos específicos, pois a forma e o uso adequado é que determinam a inserção dessa tecnologia na escola como ferramenta auxiliar do ensino/aprendizagem.

Diante da grande quantidade de produtos de inovações tecnológicas disponíveis na rede e nas instituições de ensino, tornou-se necessário fazer avaliações dessas ferramentas para uso no espaço escolar. Para Magnólia (2003), avaliar crítica e criteriosamente os *softwares* de uso educacional é imperativo, pois eles é que determinam as possibilidades de uso dos computadores na educação.

As inovações tecnológicas disponibilizaram uma diversidade de produtos digitais para fins de aprendizagem, com vistas a fortalecer, melhorar e contextualizar as práticas educativas. A proliferação destes materiais, sobretudo *softwares* educativos, traz consigo a necessidade de avaliação de sua qualidade pedagógica e sua pertinência metodológica na perspectiva da interatividade.

Este capítulo se propõe fazer uma revisão bibliográfica que fundamente a análise de *softwares* educativos utilizados pelos professores de Química da UFPI. Ressaltamos que a aplicação da grade de análise para fazer a avaliação de *sites e softwares* educativos não apresentará respostas absolutas e acabadas. Ao contrário, será apenas uma referência que permita orientar o professor na busca destes produtos digitais, na rede e no mercado, a serem inseridos como ferramentas de ensino no espaço da sala de aula.

Temos clareza acerca do indubitável poder de fascinação que as máquinas exercem sobre alunos e professores, mas, sob o êxtase da utilização dessa poderosa ferramenta, os professores devem estar atentos, no sentido de

garantir que o computador seja usado de uma forma adequada e com potencialidades pedagógicas que o auxiliem no ato educativo. Assim, a avaliação de *software educativo* se torna uma condição básica para buscarmos a inserção destas ferramentas de ensino no espaço da sala de aula.

Para Vieira (2003), a expressão "avaliar *softwares e sites* educativos" significa analisar como essa ferramenta pode ter uso educacional, de que maneira ela pode ajudar o aprendiz a elaborar seu conhecimento e a mudar sua compreensão de mundo elevando sua capacidade de participar da realidade que está vivendo. Nesta perspectiva, uma avaliação bem criteriosa pode contribuir para apontar para que tipo de proposta pedagógica as ferramentas em foco poderão ser mais bem aproveitadas.

Tomando por base essas considerações, teceremos discussões sobre os fundamentos pedagógicos que fazem os *softwares* educativos inseridos no ambiente escolar de aprendizagem. Na concepção de Valente (2001), o computador pode ser usado no ensino/aprendizagem, praticamente, de qualquer disciplina ou domínio do conhecimento. A abordagem pedagógica de como isto acontece, entretanto, é bastante variada, oscilando entre dois grandes pólos. Estes são caracterizados pelos mesmos ingredientes: computadores (*hardware*), o *software* (o programa de computador que permite a interação homem-computador) e o aluno. O que estabelece a polaridade, no entanto, é a maneira como estes ingredientes são usados. Em um lado, o computador, por intermédio de um *software* educacional, ensina o aluno, enquanto, no outro, o aluno, por intermédio de um *software* aberto, "ensina" o computador.

Quando o computador ensina o aluno, o computador assume o papel de máquina de ensinar e a abordagem pedagógica é a instrução auxiliada por computador, ou seja, o **instrucionismo**. Esta abordagem tem suas raízes nos métodos tradicionais de ensino, porém, em vez da folha de instrução ou do livro de instrução, é usado o computador. Os *softwares* que implementam esta abordagem são os tutoriais, os *softwares* de exercício-e-prática e os jogos. Os tutoriais enfatizam a apresentação das lições ou a explicitação da informação. No exercício-e-prática, a ênfase está no ensino baseado na realização de exercícios com grau de dificuldade variado. Nos

jogos educacionais, a abordagem pedagógica utilizada é a exploração livre e o lúdico em vez da instrução explícita e direta.

Quando o aluno "ensina" o computador, o computador passa a ser uma máquina para ser ensinada, propiciando condições para o aluno formular o seu conhecimento. A abordagem pedagógica utilizada é o **construcionismo**. Nesse caso, os *softwares* são abertos, de uso geral, como as linguagens computacionais, como BASIC, Pascal, Logo ou linguagens para criação de banco de dados ou processadores de texto. Em todos esses casos, o aluno pode representar suas idéias por meio destes *softwares*, ou seja, o computador pode ser visto como ferramenta que permite ao aluno resolver problemas ou realizar tarefas, como desenhar, escrever etc.

Os *softwares* do tipo simulação oferecem ao aluno a possibilidade de desenvolver hipóteses, testá-las, analisar resultados e refinar os conceitos. As simulações podem ser agregadas tanto a um pólo quanto ao outro, dependendo do grau de abertura que elas oferecem. Na simulação fechada, o aluno não tem meios de interferir no fenômeno que está sendo simulado. Neste caso, o computador mostra como determinado fenômeno se comporta e o aluno praticamente assiste a essa demonstração. Assim, a simulação fechada pode ser caracterizada como um *software* que ensina e deve ser agregada ao pólo instrucionista. A simulação aberta permite ao aluno "ensinar" ou passar para o software as leis que regem o fenômeno que está sendo simulado. Neste caso, a simulação aberta deve ser agregada ao pólo construcionista, ou seja, ao pólo dos *softwares* que permitem ao aluno ensinar a máquina.

Valente (1998) propõe uma taxonomia própria para aprendizagem por computadores, esta proposição se expressa em três ambientes: ensino assistido por computador, ambientes interativos de aprendizagens e aprendizado socialmente distribuído. O primeiro corresponde ao paradigma instrucionista e os outros à abordagem construcionista. Esta forma de pensar assemelha-se ao pensamento de Valente (1998), sendo que o último trata do uso das redes de comunicação em Educação.

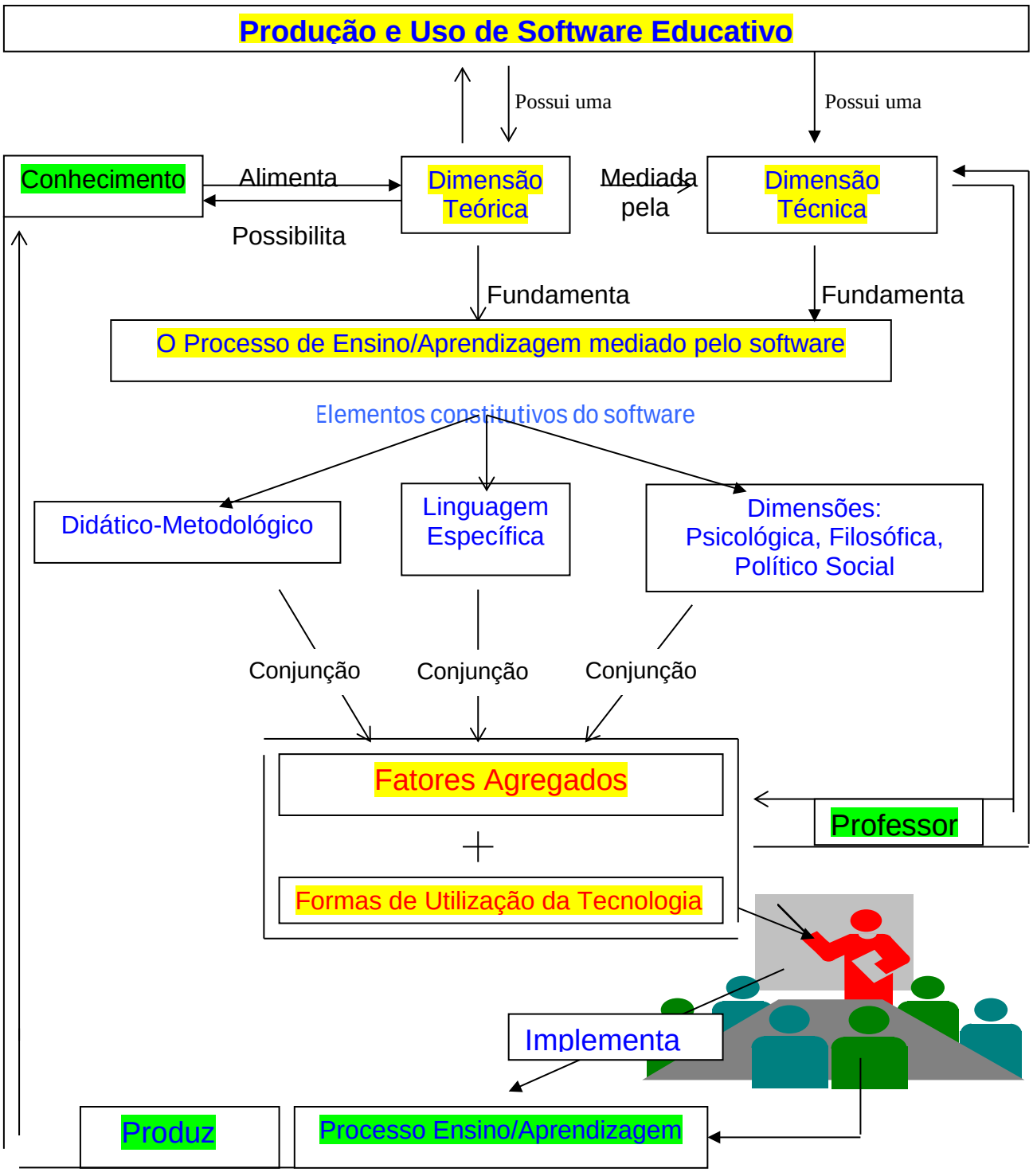
No ensino assistido por computador, a informação é a unidade fundamental no ensino. Assim, a função do computador é armazenar, representar e transmitir informações. Tradicionalmente, o modelo mais utilizado foi o CAI (instrução auxiliada por computador), com módulos padronizados de

ensino. Atualmente, os exemplos mais característicos são os chamados tutores inteligentes. Nesse modo de utilização, o controle está totalmente no sistema, que determina os passos, comanda os recursos e fornece as soluções para cada momento do processo. Desta forma, o ensino é único, padronizado, não importa se o aprendiz é um estudante ou professor. O outro tipo de uso são os ambientes interativos de aprendizagem. Partindo do pressuposto construcionista, a aprendizagem é uma construção individual e o conhecimento é resultado de uma atividade do próprio estudante. Assim, o princípio que o orienta é a construção e não a instrução. O controle é do estudante e não do sistema. Dentre os sistemas existentes nesta classe, estão a simulação e a modelagem, micromundos e as linguagens de programação. Por exemplo, a linguagem de programação LOGO institui a liberdade de iniciativa e controle do estudante no ambiente computacional e o aprendizado entendido como construção pessoal do conhecimento, como pressuposto básico (Papert, 1994). Por último, o uso do computador é entendido como aprendizado socialmente distribuído.

Esta classificação engloba o uso das redes de comunicação, em especial, a *internet*. Para esse autor, a internet comporta as informações mais avançadas de uso das tecnologias digitais na Educação. O uso da *internet* permite desenvolver atividades de um modo cooperativo. Neste sentido, ela supera a perspectiva essencialmente individualista dada nos ambientes interativos de aprendizagem. A ênfase que estes autores percebem na internet é a possibilidade de conexão de forma globalizada e o acesso amplo às fontes de informação por todo o mundo, uma vez que tudo isso está disponinibilizado na rede.

Para fundamentar a produção e uso de um *software* educativo, elaboramos uma proposta teórica que sistematiza sua produção e aplicação de um *software* educativo na prática pedagógica. A seguir, situaremos em relevo o organograma que ressalta a produção e aplicação de um *software* educativo em Química no espaço da sala de aula. Veja a figura 12:

Figura 12 - Produção e uso de software educativo na prática pedagógica de química



Compreendemos que se torna imperativo para o professor conhecer tecnicamente a produção e o uso de *software* educativo em Química no espaço da sala de aula, haja vista que, em linhas gerais, a produção de um *software* obedece à seguinte estrutura: uma dimensão técnica e uma dimensão teórica,

as quais fundamentam o ensino/aprendizagem mediado por *software* educativo. Cada *software* é constituído de três elementos fundamentais, quais sejam: (a) uma linguagem específica; (b) aspectos psicológicos, filosóficos e político-sociais e (c) aspectos didático-metodológicos. A conjunção destes elementos forma os fatores agregados, somado à forma como o professor utiliza a tecnologia na sala de aula, institui o processo ensino/aprendizagem, conseqüentemente, a elaboração do conhecimento. Este saber produzido retroalimenta o ensino/aprendizagem.

Para evidenciar essa lógica de pensar o ensino de Química, utilizando o *software* educativo como ferramenta pedagógica, traz-se como exemplo: o *software* - Química Orgânica II. A seguir, veremos um dos aplicativos deste *software*: cálculo - concentrações de soluções: molaridade e normalidade.

Cálculo de concentração de soluções: molaridade e normalidade

Figura 13 - Software sobre Química Orgânica II – Reações Orgânicas.

É claro que a animação e a dinâmica potencializam melhor visualização e compreensão do fenômeno focalizado, mas devemos ter o devido cuidado para que a inovação tecnológica não tome apenas a configuração da substituição pura e simples do modelo que já se fazia tradicionalmente, qual seja: modelo ‘pau e bolas’, “potencial eletrostático”, tamanho da ligação. Portanto, entendemos que se torna importante ter

cuidados para que o incremento dessas tecnologias no espaço escolar não ocorra de modo ufanista, pois as representações, embora animadas em computadores, ou tridimensionais, não ficarão mais próximas da realidade, pois, ainda, continuam sendo representações gráficas.

Diante do exposto, uma indagação torna-se inevitável: o que é um *software* educativo e qual sua importância para o processo de ensino/aprendizagem de Química?

4.1.1 O que é um software educativo?

A definição genérica de um *software* educativo é concebida como um programa computacional, cujas características estruturais e funcionais servem de apoio ao processo de ensinar e aprender. Mais restritamente, definimos como ferramenta de apoio ao professor, especificamente desenvolvida, para finalidades de ensino/aprendizagem a ser utilizada, através do computador, possibilitando um ambiente interativo de aprendizagem, em que o aluno se torna sujeito participativo, criativo e dinâmico.

A importância do uso de um *software* no ensino de Química se expressa por meio de uma infinidade de situações, do ponto de vista teórico-metodológico, pois ele pode proporcionar a visualização de fenômenos que numa situação tradicional de sala de aula não teríamos condições de perceber, de evidenciar. Por exemplo: o movimento dos elétrons em torno dos átomos que formam uma molécula, o que denominamos aqui de nuvem eletrônica espacial da molécula na forma de rede, denominado de orbital, o mapa do potencial eletrostático de uma molécula etc. Este é um dos diferenciais! Isto porque, este recurso possibilita o aluno visualizar o espaço em torno da molécula onde existe maior densidade eletrônica. Além disso, possibilita ao aluno perceber a região onde há maior probabilidade de se encontrar o elétron em torno do átomo agregado à molécula. A seguir, veja os orbitais simbolizados em duas situações:

(a) Situação 1. Modelo de orbitais na forma sólida e transparente.

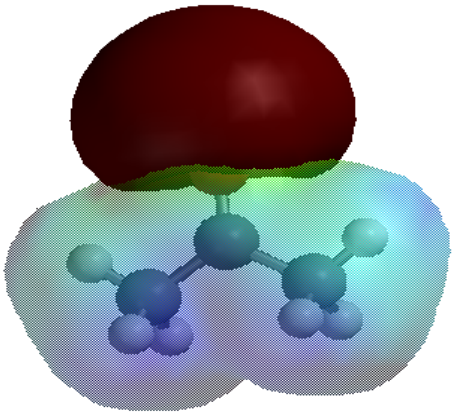


Figura 14 - Molécula de propanona (acetona).

A Figura 14 mostra na representação gráfica que o potencial eletrostático de uma molécula de propanona (C_3H_6O) está concentrado em torno do átomo de oxigênio da carbonila (C =O), em virtude da grande diferença de eletronegatividade entre o átomo de oxigênio e os demais átomos constituintes da molécula.

(b) Situação 2. Modelo de orbitais na forma sólida e de pontos/transparente.

(sólida)

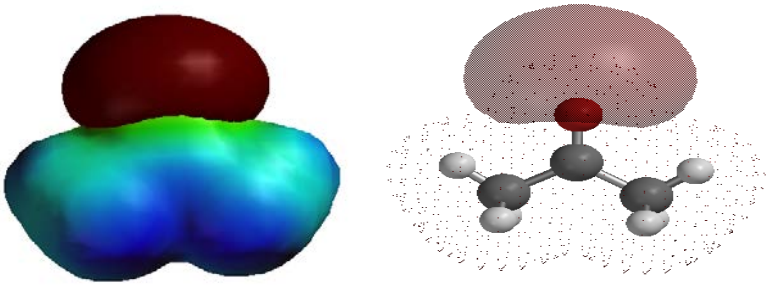


Figura 15 - Molécula de propanona (acetona).

Estrutura de ressonância do grupo carbonílico.

O oxigênio (mais eletronegativo) atrai fortemente os elétrons de ambas as ligações sigmas (σ) e pi (π), fazendo com que o grupo carbonílico seja altamente polarizado. O átomo de carbono conduz uma carga parcial positiva substancial e o átomo de oxigênio leva uma carga parcial negativa substancial. A polarização da ligação ‘pi’ pode ser representada pelas estruturas de ressonância.

Diante do exposto, acerca da definição de *software,* da importância de *software* educativo para o ensino de Química e das possibilidades tratadas por meio de simulações virtuais, modelagem e interatividade torna-se necessário fazer avaliações contínuas acerca desta tecnologia, visto que nos deparamos também com ferramentas de qualidade duvidosa em termos de conteúdo, metodologia etc. Assim, um questionamento se torna recorrente, qual seja: por que avaliar um *software* educativo a ser utilizado no ensino de Química? Essa questão é básica e, ao mesmo tempo, uma condição imprescindível para o ensino/aprendizagem permeado de tecnologia digital.

4.1.2 Por que avaliar um *software* educativo?

Em princípio, todo material de aprendizagem que utilizamos na sala de aula deveria ser constantemente avaliado, visto que passaríamos a conhecer as vantagens e desvantagens presentes no referido material de apoio, evidenciando suas potencialidades e debilidades pedagógicas. Não basta somente saber como aplicar os recursos educativos nas atividades de ensino/aprendizagem, sem a devida obtenção de *feedback* dos usuários destes recursos em contextos cotidianos que possibilitem questionamentos na perspectiva de como melhorar a metodologia, consequentemente, a prática pedagógica, com o apoio deste recurso.

Assim, devemos avaliar as características dos *softwares* considerando os seguintes aspectos: qualidade do conteúdo, facilidade de uso, pertinência de conteúdo, interatividade etc. Estes são alguns dos aspectos presentes na grade de análise de *softwares* que veremos no capítulo 5, metodologia da pesquisa, bem como, no capítulo 7, análise de *sites e softwares*.

Por esta razão, a avaliação deve dar conta de várias nuanças, com a finalidade de guiar uma forma efetiva de seleção e uso pertinente deste recurso no ensino/aprendizagem. Assim, a avaliação se converte num bom momento para reflexão sobre currículo e acerca de vários aspectos de nossa prática pedagógica - quantidade e qualidade de conteúdo, metodologia, avaliação da aprendizagem etc, o que certamente constituem aspectos que

devem guiar a seleção dos *softwares* para as atividades de aprendizagem que devemos desenvolver no âmbito da sala de aula.

A avaliação de *software* educativo cumpre uma diversidade de funções dentro da atividade educativa. Por um lado, contribui para organizar o material que possa gerar documentos acerca do registro dos *softwares* que se tem. Estes registros permitirão criar uma base de dados com informações pedagógicas relevantes sobre o *software* utilizado. Por outro lado, a avaliação de material pedagógico dentro de instituições de ensino instiga necessidades e interesses de professores e alunos acerca da possibilidade de estabelecer novos critérios e prioridades para selecionar novos materiais, de modo que o processo de seleção seja flexível e permanente. De forma similar, os *sites* educativos concebidos como ferramentas pedagógicas utilizados no ensino de Química também precisam passar por avaliação.

4.2 Fundamentos Teóricos sobre *Sites* Educativos na *Internet*

O professor, como integrante da sociedade e formador de opinião, deve estar atento quanto às inovações tecnológicas e seu incremento no ambiente escolar, visto que essa modalidade de ensino permeada de tecnologias digitais como: *sites* educativos objetivando obter informações e conhecimento tem crescido substancialmente no Brasil e no mundo. Diante desse fato/fenômeno[24], se faz necessário conhecer essa realidade tecnológica, disponibilizada na Educação, para não se cometer o equívoco de simplesmente rejeitá-la ou absorvê-la acriticamente como apenas mais um produto tecnológico inserido na escola.

As inovações educacionais que têm as tecnologias digitais como instrumentos metodológicos norteadoras da prática educativa, cuja realidade já faz parte da prática cotidiana de alguns centros universitários do mundo, por exemplo – Canadá, França, Inglaterra, Espanha, USA (TEDESCO, 2004), se acentuam gradativa e sistematicamente também na cotidianidade[25] das instituições escolares brasileiras e da vida privada de cada cidadão. Seja pela imposição mercadológica, seja pela sua importância no fazer pedagógico e na

[24] É compreendido neste trabalho como movimento explicativo de um estado de coisa que representa a essência de um acontecimento extraordinário.
[25] Fundamentado em Heller (1992), a qual trata essa questão, como atividade prática rotineira desprovida de reflexões críticas, assim como um planejamento pensado, mais elaborado.

elaboração do conhecimento, seja por outras motivações e interesses alheios ao processo educativo, mas o que há de concreto[26] é o *crescendum* dessas ferramentas inseridas no ato de ensinar e aprender, em que os sujeitos em seus espaços educativos passam a se apropriar das novas linguagens imersas nesses instrumentos, como imagens, sons, textos etc, e dos inúmeros recursos audiovisuais disponíveis.

A utilização dessas ferramentas no ambiente escolar precisa caminhar pela via da avaliação sistemática dessas ferramentas, visto que o uso adequado dessa tecnologia potencializa o sujeito a buscar informações e conhecimentos em outros espaços territoriais, em tempo real, e, assim, coletivamente, possibilitar a elaboração de um novo conhecimento.

A *internet,* concebida aqui como ferramenta extremamente útil para esse momento/histórico em debate é tratada nesse espaço/tempo como portadora de um papel fundamental no engendramento de uma revolução tecnológica, em especial, na Educação. Na vertente educacional, porém, parte significativa dos educadores manifesta resistência quanto ao seu incremento no ato de ensinar em sala de aula. Como qualquer empreendimento de aprendizagem, o sucesso depende da capacidade de dominar o básico e depois, gradualmente, expandir o conhecimento por meio de atividades práticas. Assim, para lidar com a *era* da tecnologia digital dentro e fora da sala de aula, precisamos de professores que possam ensinar os alunos a gerenciar as informações por meio de tecnologias disponíveis que possam ajudá-los a transformar informações em conhecimento.

Na concepção de Toffler (1995), vivemos um período revolucionário, o qual vai além dos computadores e das inovações tecnológicas na área de telecomunicações. As mudanças estão ocorrendo nas diversas áreas do conhecimento: Química, Biologia, Medicina, áreas econômicas, sociais, culturais, políticas, religiosas, institucionais e filosóficas. Reconhecer essas transformações não significa prever a substituição total e literal das antigas tecnologias, mas relacioná-las.

[26] O concreto é concreto por ser uma síntese de múltiplas determinações, logo, unidade da diversidade. É por isso que ele é para o pensamento um processo de síntese, um resultado e não um ponto de partida (MARX, 1983, p. 218-219).

Esse fenômeno se sedimenta no dizer de Vieira (1997). Para ele, a *Internet* e outras redes de comunicação constituem importantes meios para divulgação acadêmica e científica, mediante os quais alunos e professores podem se informar e se atualizar em relação a qualquer área da Química. Através da rede, é possível dinamizar a troca de informações e conhecimentos sobre as diversas áreas, em particular, na Química. Os *sites* interativos que simulam fenômenos químicos permitem dinamismo e interatividade entre usuário-conhecimento, o que possibilita motivação e retenção do interesse do aluno para a aprendizagem dos conteúdos químicos.

Diante dessa reflexão, cabe-nos também ressaltar, como expressamos anteriormente, que alguns *sites* educacionais disponibilizados na rede possuem qualidade duvidosa. Além disso, se limitam a transformar em ponto html longos textos, com uma ou outra figura. Por isso, torna-se necessária a seleção, justificando, portanto, a avaliação de *sites* educativos a serem utilizados na sala de aula.

A tendência que se aponta para a atualidade e o futuro próximo é o esvaziamento de metodologias tradicionais, cuja receptividade vai se exaurindo, pois os espaços para o ensino *in verbatim,* a tradicional '*decoreba'* de conteúdos, bem como para conceitos descontextualizados da realidade dos sujeitos que compõem a escola vêm sendo minados.

O papel das tecnologias digitais na prática pedagógica é de provocar inovação e mudanças no processo de ensino/aprendizagem, em vez de "automatizar o ensino". Os avanços tecnológicos e a ampliação de possibilidades pedagógicas que as ferramentas (*sites*, *softwares, videoconferência* e outras tecnologias disponíveis) possibilitam demandam abordagens diferentes para as diversas áreas do conhecimento.

Um aspecto fundamental a ser considerado é que a escola sozinha não detém o monopólio do saber. Na compreensão de Libâneo (2001), há hoje um reconhecimento de que a Educação acontece em muitos lugares, por meio de várias agências. A escola, por sua vez, precisa deixar de ser meramente agência transmissora de informação e transformar-se num lugar de análises críticas e produção da informação, em que o conhecimento possibilita a atribuição de significado à informação.

Para Silveira (2001, p.28),

> *A educação que cultiva a idéia do saber consolidado deve ser substituída pela que ensina e prepara a pessoa para o aprendizado permanente. A escola é apenas um pólo de orientação diante do dilúvio de informações geradas e constantemente alimentadas pela rede mundial de computadores.*

A política educacional deve ser formulada para absorver e utilizar as tecnologias intelectuais que amplificaram a inteligência humana e suas funções cognitivas. A memória foi ampliada pelo banco de dados, pelos documentos em hipermídia e pelos arquivos digitais. Nessa perspectiva, o processo ensino/aprendizagem, permeado de tecnologias digitais, diferencia-se da abordagem tradicional.

Entendemos que a *internet,* como uma dessas tecnologias, contribui, essencialmente, para o alcance de quatro (4) objetivos facilitadores dessa aprendizagem diferenciada, quais sejam:

(a) uma interface de comunicação, extra classe, entre aluno e professor. Esta interface possibilita a produção de informações e conhecimentos, mediada por tecnologias digitais, como *email*, pate-papo, teleconferência, videoconferência etc. Além disso, possibilita ao professor disponibilizar, na rede, textos para discussão em sala de aula, notas de avaliação da aprendizagem, avisos acadêmicos e outras situações se fizerem necessários;

(b) aulas e hipertextos complementares, ao material de ensino, trabalhado em sala de aula e/ou laboratório. Este objetivo facilita o ensino/aprendizagem porque disponibiliza, para professores e alunos, textos complementares, que especificamente versam sobre a temática em discussão e *links* contendo textos e imagens estáticas e interativas que potencializam uma discussão mais rica acerca da questão focalizada;

(c) suporte para disciplinas experimentais. A internet como ferramenta tecnológica possibilita ao professor e ao aluno buscar na rede simulação de experimentos virtuais que antecipam os resultados vivenciados na pratica de laboratório real, além de simular virtualmente experimentos que numa

situação convencional de sala de aula seria quase impossível realizar, por exemplo: fissão nuclear; e

(d) divulgação da Química como ciência e da produção científica de instituições. Este objetivo é fundamental para a disseminação do conhecimento acadêmico e a *internet* possibilita ao pesquisador mais acessibilidade à publicação e divulgação desse conhecimento produzido, o que certamente democratiza o acesso e cria novos valores na arte da produção acadêmica.

Desta forma, a *internet,* concebida como ferramenta que veicula as informações e conhecimentos químicos na rede, possibilita algo que nenhum livro é capaz de oferecer: a interatividade! Desta forma, potencializa um ensino/aprendizagem diferente. Por um lado, situa os professores e a instituição escolar numa dimensão de perplexidade, ameaçados pelo medo do desconhecido, talvez provocado pelo descompasso temporal entre o presente do mundo tecnológico e a cronologia dos professores, diacronicamente, cuja escassez ou ausência absoluta do seu entranhamento e maturação com a máquina[27], dificulta acessibilidade, aceitação e uso dessas tecnologias na feitura do saber[28] nas diversas áreas do conhecimento, em especial, na Química, objeto desta reflexão.

Essa vertente explicativa da discrepância temporal não é excludente, pois deverão coexistir outras dimensões que explicitam, com propriedade, essa repulsão de parcela significativa de professores concernente ao “uso da máquina”. Por outro lado, os alunos, sincronicamente, se acham bem mais à vontade com essa realidade tecnológica do tempo atual. Fazendo uma reflexão acerca da lógica da discrepância temporal, percebemos maior proximidade entre o tempo da máquina e o tempo do aluno, talvez por isso, maior entranhamento, acessibilidade e uso.

Assim, ressalta-se a compreensão patenteada em nível teórico que aponta indicativo de abundância extraordinária de informação disponibilizada na rede. A *internet* veio generalizar substancial alteração qualitativa na busca do conhecimento, cuja essência põe em relevo três pontos

[27] Aqui representando todo o arsenal tecnológico explicitado nesse texto.
[28] Aqui compreendido como construção do conhecimento produzido em ambientes de aprendizagens.

fundamentais para o tempo presente: acessibilidade, dinamismo e interatividade. Os *sites* interativos, por exemplo, objetivam reter a atenção dos alunos e desenvolver o seu interesse na busca da aprendizagem, de modo que possam transformar essa aprendizagem numa atividade prazerosa. Diante da exposição e detalhamento acerca da ferramenta, cabe-nos propositadamente indagar: o que é um *site* educativo aplicado ao ensino de Química?

4.2.1 O que é um *site* educativo?

Por definição, em essência, podemos dizer, de forma generalizada, correndo riscos reducionistas, que um *site* educativo se consubstancia como derivação de um *software* educativo, visto que é uma ferramenta de apoio ao professor com finalidades educativas, as quais possibilitem ao aluno um ambiente de aprendizagem mediado pelo computador. Ademais, o *site* pode agregar uma diversidade de recursos que avançam em relação ao *software*, como: textos interativos, ferramentas de comunicação, links etc. Além disso, possibilita uma atualização mais rápida e dinâmica, reduzindo a ocorrência de erros conceituais sobre conteúdos imersos no *site*. Outro fator importante é que não precisa instalar, nem distribuir.

A importância das tecnologias digitais para o processo ensino/aprendizagem é ponto pacífico, porém, torna-se imprescindível entender que essas tecnologias, por si sós, não resolvem os problemas da baixa qualidade do ensino, tampouco substituem o professor, a não ser que este se resuma a um mero instrutor de comandos; entretanto, dependendo da forma de utilização em sala de aula, possibilita maior dinamismo e interatividade na abordagem do conteúdo de Química e na relação professor/aluno, nas atividades normais de sala de aula e de laboratório.

É preciso ressaltar que ainda há focos de resistência, por parte de professores, quanto ao domínio e uso das tecnologias digitais, sobretudo, a *internet,* talvez pelo descompasso temporal do tempo cronológico do professor em relação ao tempo da máquina. Portanto, torna-se imperioso constituir estratégias metodológicas que possibilitem aproximação temporal entre os tempos do professor, do aluno e da máquina, sob pena de inviabilizar o circuito pedagógico de ensino/aprendizagem que se aponta para o tempo presente e o “por vir”. A seguir, veremos alguns exemplos de *sites* de Química que

possibilitam interatividade e dinamismo. Por exemplo: webelements Periodic Table. Conforme veremos na figura 16.

Figura 16 - *Site* hospedado na página webelements periodic table.

WebElements Periodic Table

WebElements Scholar Edition - for chemistry and other students at universities and schools.

site: **http://www.webelements.com**

Figura 16 - *Site* webelements.

Este *site* educativo trata especificamente dos elementos químicos da tabela periódica. O ponto fundamental reside no fato de as características de cada elemento químico evidenciarem o tipo de material e sua respectiva matéria-prima. Este *site* possui ainda uma área de trabalho (ícone) denominado *navigation*, o qual dá acesso a fórum, blogs, chemistry (historia da Química, Química inorgânica) que dinamizam significativamente o ensino/aprendizagem de Química.

O exemplo a seguir é um *software* educativo, com simulações virtuais, que versa sobre ligações intermoleculares, hospedado no *site* interativo **http://nautilus.fis.uc.pt/molecularium/**, o qual disponibiliza vários fenômenos da Química como simulações virtuais. No exemplo a seguir, trataremos de interações intermoleculares do plástico com a água. Veja a representação gráfica na figura 17.

(a) Interações moleculares do plástico com a água.

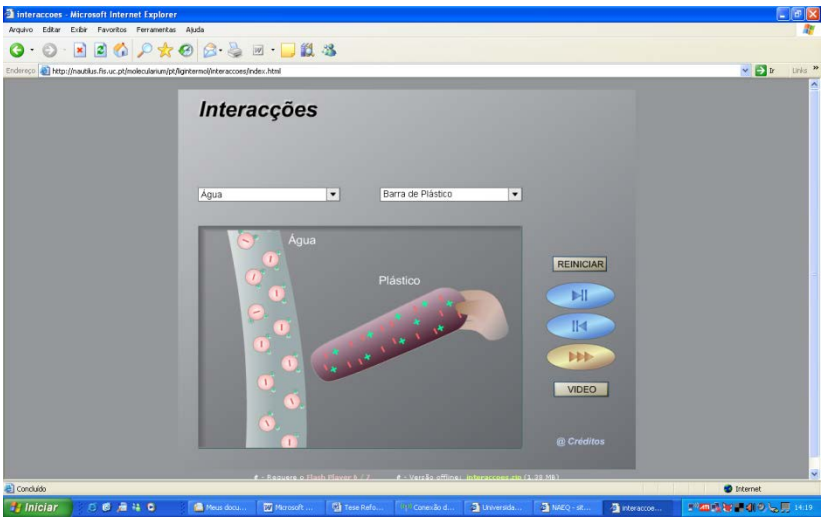


Figura 17 - Interações intermoleculares.

Este objeto de aprendizagem permite ao professor a interação da barra de plástico com a água, conforme está visualizado na tela. A polaridade provocada pelas cargas positivas (prótons) do plástico provoca a atração da coluna de água por meio das cargas negativas (ânion) da molécula de água. Além desse exemplo, outras interações podem ser simuladas como a seguir: numa coluna estão disponibilizadas as substâncias água, tetracloreto de carbono, ciclo-hexano, acetona. Na outra coluna, vara de vidro barra de ferro e barra de plástico. O professor pode simular as diversas situações e verá em qual(is) dela(s) ocorre o fenômeno da atração, mediante as interações intermoleculares exemplificadas. Assim como temos *sites* que possibilitam interatividade, simulações virtuais e modelagem, também existem aqueles que se limitam à transcrição literal do formato papel para o formato digital, o que compromete a qualidade pedagógica da ferramenta tecnológica. Desta forma, um questionamento torna-se uma condição *sine qua*: por que avaliar um *site* educativo? A seguir, trataremos dessa discussão no plano das contribuições dessa ferramenta como prática pedagógica.

4.2.2 Por que avaliar um *site* educativo?

A utilização de *sites* especializados na Química contribui significativamente para inovações em sua prática pedagógica, tendo como pontos fundamentais: o dinamismo, interatividade, possibilidade de aprofundamento teórico, redução de custos laboratoriais com substâncias reagentes e simulações virtuais que, numa situação real e concreta de laboratório, não seria possível executar, por exemplo: experimentos de fusão nuclear, experimentos de fissão nuclear, dentre outros.

Nesta seção, descreveremos os *sites* de Química hospedados em páginas da web utilizados por professores e alunos de Química do Ensino Médio e de graduação em Química. A seguir, colocaremos em destaque os *sites* utilizados pelos professores de Química da UFPI, evidenciando suas peculiaridades.

(1) S*ite* nautilus da página *Molecularium* – simulação em Física e Química

Trata-se de um espaço de simulação molecular para o ensino da Física e da Química, em vários níveis de aprofundamento. Todas as

simulações são feitas nas linguagens "Java" ou "Flash", correndo *on-line*. A seguir, veremos na figura 18 o *site* nautilus.

Figura 18: *Site* nautilus na página *molecularium.*

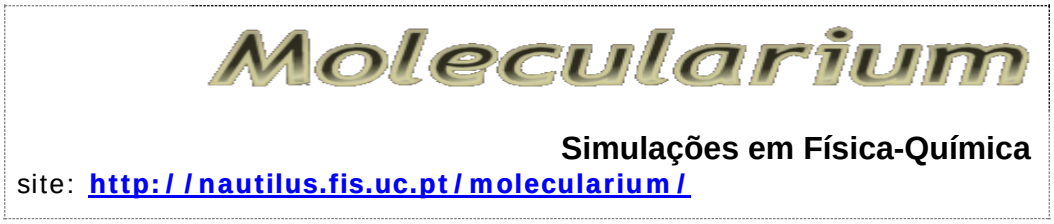


Figura 18 - *Site* hospedado na página *molecularium.*

O *site nautilus* se propõe a discutir as temáticas focalizadas na área de Química e Física em simulações virtuais e modelagem.

(2) S*ite* qmc.ufsc. da página *QMCWeb:* Revista Eletrônica de Química – UFSC .

O qmcweb é um espaço para divulgação de informações e conhecimentos, que focaliza a Química, como ciência, cujos objetivos destacam: despertar o interesse e a curiosidade científica; divulgar a ciência e a produção científica; e oferecer um espaço para a discussão de temas científicos, na *internet.*

Figura 19 - Página da qmcweb - Revista Eletrônica de Química – UFSC

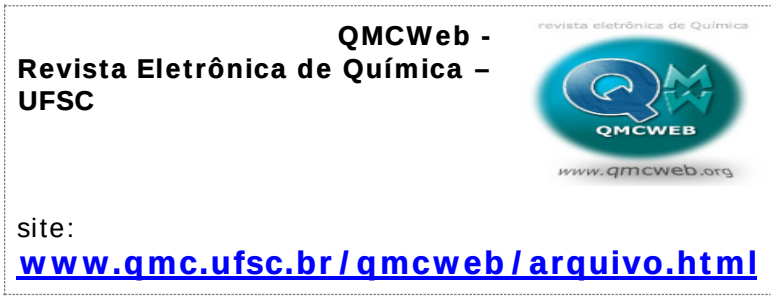


Figura 19: Página da qmcweb*.*

(3) *Site* naeq textos interativos da página NAEQ – Núcleo de Apoio ao Ensino de Química – Textos Interativos

Os textos interativos têm como objetivo discutir temáticas concernentes aos conceitos da Química, relacionando-as ao nosso cotidiano.

Os textos são produzidos para alunos do Ensino Médio e alunos de graduação acadêmica da Química.

Figura 20: NAEQ - Núcleo de Apoio ao Ensino da Química: Textos Interativos.

NAEQ-Núcleo de Apoio ao Ensino da Química - Textos Interativos

site:
www.ucs.br/ccet/defq/naeq/textos_interativos

NAEQ
Núcleo de Apoio ao Ensino da Química

Figura 20 - Página da NAEQ.

(4) S*ite* chemkeys da página chemkeys - Instituto de Química da Unicamp.

São apresentados textos sobre assuntos técnicos e científicos, de caráter geral e em linguagem acessível. O bloco Material Didático foi orientado prioritariamente para a divulgação de matérias teóricas ou práticas que proporcionem suporte a assuntos relacionados com a instrução em Química de nível superior. Deste bloco, constam ainda alguns experimentos para uso no Ensino Básico ou Fundamental. Em *sites* de apoio, são comentados os materiais contidos em outros endereços eletrônicos, com os conteúdos considerados relevantes e de interesse na área de Química. Veja na figura 21 o *site* chemkeys.

Chemkeys - Instituto de Química da UNICAMP

ChemKeys

site: **www.chemkeys.com**

Figura 21 - Site chemkeys.

(5) S*ite* quark.qmc.ufsc da página Química Orgânica Experimental I - UFSC.

Site com experimentos virtuais da disciplina Química Orgânica Experimental I do Departamento de Química da UFSC. Neste site podemos encontrar, disponibilizada na rede, uma diversidade de textos da Química Orgânica, porém são apenas documentos em html transcritos literalmente do formato papel para o formato digital.

Figura 22 - Site quark. qmc.ufsc.

Esta seção tem como um dos objetivos elencar os *sites* utilizados pelos professores de Química da UFPI, os quais serão avaliados no Capítulo VI, à luz de uma ficha de avaliação de *sites e softwares* educativos elaborada para esta finalidade. O caminho metodológico adotado para avaliar essa ferramenta está consubstanciado em dois pontos fundamentais: (1) a ficha de avaliação para análise do *site*; (2) o que o *site* propõe na teoria e o que ele disponibiliza de fato na rede.

A seguir, discutiremos a metodologia utilizada nesta pesquisa para mapear os dados, categorizar, analisar e apresentar os resultados.

5 DIMENSÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA

O caminho metodológico adotado nesta pesquisa tem raízes em fundamentos teóricos direcionados para a perspectiva de caráter ‘qualitativo’ (TRIVIÑOS, 1987). Para o autor, a dimensão quantitativa, referente ao tratamento dos dados estatísticos, e a dimensão qualitativa, responsável pela qualidade interpretativa das informações, são partes integrantes dos fundamentos responsáveis pela interpretação do fenômeno pesquisado. Assumir tal proposição significa compreender que essas dimensões se tornam igualmente pertinentes para este estudo, visto que cada uma delas expressa, com o mesmo grau de importância, seu papel elucidativo para o tratamento do fenômeno pesquisado.

Assim, o percurso metodológico foi estabelecido, fundamentado na crença de que o conhecimento também se elabora na troca, na socialização, às vezes conflituosa, que os vários agentes envolvidos promovem ao enfrentar e representar suas realidades, preenchendo-as de significações diversas.

Não obstante, nosso propósito nesta pesquisa objetiva buscar a inserção de uma base de sustentação teórico-metodológica capaz de possibilitar ao pesquisador o levantamento das informações acerca do objeto em foco de forma consistente. Além disso, possibilitar a análise e interpretação dos dados obtidos no campo de pesquisa.

5.1 Procedimentos Metodológicos

A metodologia, em essência, é constituída de um conjunto de conhecimentos ou passos estratégicos que possibilitam ao pesquisador encontrar subsídios para nortear suas buscas. Assim, para compreender determinado objeto de estudo imerso numa realidade multidimensional e complexa, requer um método que permita ao pesquisador possibilidades de ações reflexivas sobre a problemática pesquisada, de modo aberto e flexível, cujo objetivo é possibilitar a análise e interpretação dos dados de modo procedente.

Para esta pesquisa, a escolha metodológica recaiu sobre a abordagem ‘qualitativa’. No entendimento de Thiollent (1984, p. 48), "A quantificação dos dados não nos parece em si mesmo um ato condenável do ponto de vista crítico. O que há de criticável na corrente concepção da quantificação é o seu empirismo grosseiro". Isto é, o que há de condenável nessa abordagem metodológica é o tratamento que se dá a determinados problemas, seja de caráter social, político, da Física Quântica, exclusivamente, da matematização.

A abordagem cognominada quantitativa, historicamente, é alvo de críticas, dentre outros fatores, porque os pesquisadores das áreas da Educação e das ciências sociais, ao fazerem pesquisas, buscaram se espelhar no modelo metodológico da quantificação, cuja transposição literal, das ciências exatas para as ciências sociais, facilitaria a aceitação do tratamento dos fatos sociais e educacionais como de caráter científico, visto que o modelo da quantificação, já reconhecido e sedimentado aos ‘olhos’ da ciência, impulsionaria a devida chancela. Tradicionalmente, no entanto, este modelo está afeto ao tratamento dos dados das ciências exatas e naturais.

Para utilizá-lo noutras áreas do conhecimento, por exemplo, nas ciências sociais e Educação, torna-se imprescindível fazer as devidas adaptações. Por isso, a busca da abordagem qualitativa.

Ressaltamos que utilizamos esta abordagem para tratar também dos aspectos passíveis de quantificação, como, por exemplo: nos dados referentes à formação acadêmica dos professores; dados estatísticos das atividades desenvolvidas com a utilização das tecnologias digitais. Vale salientar que, para efetivar o tratamento dos dados quantificáveis e sua análise interpretativa, buscou-se a dimensão qualitativa desta abordagem para proporcionar a devida qualidade ao fenômeno pesquisado.

Desta forma, não se trata aqui de privilegiar a dimensão dos conteúdos de Química, aprioristicamente, tampouco, as abordagens metodológicas a serem instituídas no ensino, mas entendê-las como instâncias objetivas integrantes do referido processo, numa perspectiva de interface, de interconexão, possibilitando ao aluno uma compreensão mais ampla e dialogada do objeto de ensino de Química.

A natureza do objeto desta pesquisa - *Internet e software educativo* no ensino de Química - impulsionou para a escolha desta abordagem - a metodologia qualitativa. Observar diretamente o que é realizado na prática pedagógica, como é estruturado, qual o ritmo, o que é produzido como conhecimento - tudo passa a ser vital para a apreensão do objeto.

Para poder entendê-lo, desde a sua dinâmica própria, necessitava de uma abordagem, que não se restringisse à coleta de dados ou da representação dos agentes envolvidos, mas, além disso, possibilitasse compreender a prática pedagógica em relação às diversas variáveis presentes: produção do conhecimento, domínio e uso do artefato tecnológico e concepção teórica dos professores sobre a Ciência Química. Outra questão agregada repousa na quase inexistência, até o presente momento, de estudos e pesquisas de caráter sistemático sobre esta prática formativa na área da Química.

5.2 Local de Realização da Pesquisa

A efetivação da pesquisa foi integralizada no Departamento de Química da Universidade Federal do Piauí - UFPI, localizado na Cidade de Teresina, Capital do Estado do Piauí. Ressaltamos que um breve histórico sobre o curso de Química na UFPI, encontra-se no anexo -1.

5.3 Sujeitos da Pesquisa

Os sujeitos desta pesquisa foram todos os professores lotados, em regime de dedicação exclusiva, no Departamento de Química da UFPI. A categoria foi pesquisada, levando em consideração a totalidade do quadro de professores em exercício no ato pedagógico, no ano letivo de 2005, isto é, uma totalidade de 22 (vinte e dois) docentes[29], o que corresponde a 100%.

5.4 Percurso Metodológico: Etapas Elaboradas na Busca do Conhecimento.

O procedimento que culminou na constituição das etapas desta pesquisa foi pensado da seguinte forma: caracterização do campo de pesquisa,

[29] FONTE: Departamento de Química – DQ da UFPI, dezembro de 2005.

e dos sujeitos e suas práticas pedagógicas, tendo como substrato a busca de informações a coletar. Assim, o *design* desta pesquisa ficou delineado em quatro etapas básicas: a primeira, constituída de contatos preliminares com o campo de pesquisa e com os sujeitos responsáveis pelas informações a serem coletadas; a segunda, formada de uma pesquisa diagnóstica, em *check-list,* com todos os professores do Departamento de Química da UFPI, concernente ao uso ou não das tecnologias digitais em sala de aula; a terceira, a realização de 04 (quatro) entrevistas em profundidade junto à categoria de professores que utilizam tecnologias digitais (Puted) em sala de aula, a fim de verificar questões específicas. Por último, entrevistamos 02 (dois) professores que não utilizam tecnologias digitais (Pnuted) no ambiente escolar, todos tomados aleatoriamente, em cada categoria. Em seguida, fizemos um levantamento, e posterior avaliação, acerca dos *sites* e *softwares* educativos utilizados pelos professores de química da UFPI.

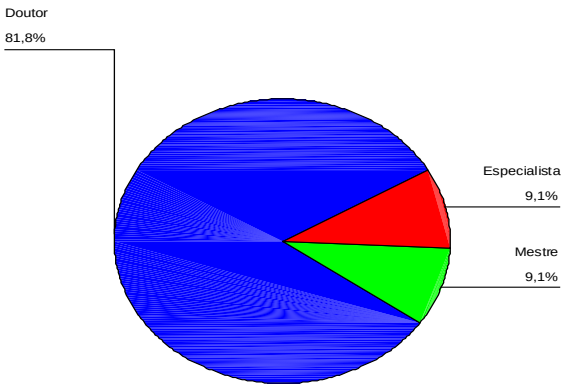
5.4.1 **Caracterização do Campo de Pesquisa e dos Sujeitos Envolvidos**

A primeira ação que desenvolvemos no sentido de caracterizar o campo de pesquisa e os sujeitos envolvidos foi pesquisar sobre a estrutura física e funcionamento do Departamento de Química da UFPI, *locus* de busca de informações deste trabalho, a fim de verificar dados de identificação. O Departamento de Química é constituído de 03 (três) laboratórios de Química, 05 (cinco) salas de aula, 01 (um) laboratório de Informática, 22 (vinte e dois) professores e 01 (uma) biblioteca setorial do Centro de Ciências da Natureza – CCN. Além disso, oferece dois cursos: Bacharelado em Química, com atribuições tecnológicas, e o curso de Licenciatura Plena em Química, além de uma pós-graduação (mestrado). Vale salientar que tanto a estrutura física como os recursos humanos desse Departamento são utilizados para atender todas as demandas dos 03 (três) cursos.

Após vencer esta etapa, nos comunicamos diretamente, de forma preliminar, com os professores, sujeitos envolvidos. Neste momento, um dos problemas básicos da pesquisa se instalou: a dificuldade de coadunar tempo disponível e predisposição dos professores para responderem aos questionamentos. A situação se mostrou mais complicada quando das entrevistas com os professores do Departamento de Química da UFPI, os

quais revelaram, em levantamento, mediante *check-list,* um percentual significativo de uso das tecnologias digitais, *sites e softwares* educativos (75%), o que possibilitou fazer uma avaliação destas ferramentas utilizadas no ensino de Química. Deste modo, o campo de pesquisa foi formado com 22 (vinte e dois) professores. Sendo 18 (dezoito) doutores, 2 (dois) mestres e 2 (dois) graduados em Química.

Gráfico 1 - Perfil dos professores do DQ da UFPI quanto à titulação



Fonte: pesquisa de campo feita direta ao professor.

5.4.2 **Caracterização dos sujeitos envolvidos na pesquisa**

O traço predominante que caracteriza o perfil da formação acadêmica destes professores está marcado por serem provenientes de áreas diversas ligadas à Química, porém estranhas às licenciaturas, quais sejam: Engenharia Química; Bacharelado em Química; Bioquímica. Além dessas áreas, um percentual significativo dos professores é oriundo da Licenciatura em Química. Ressaltamos que não é objeto de interesse dessa pesquisa discutir sobre a formação acadêmica dos professores do Departamento de Química da UFPI, mas apenas expressar o fato, compreendendo a sua importância para o ensino que se produz.

5.5 Abordagem Metodológica Utilizada para Tratar do Objeto de Estudo

A pesquisa ortodoxa ou tradicional põe em relevo o enfoque quantitativo no trato dos fenômenos sociais e busca apoio teórico no positivismo e no empiricismo. Enfatiza, portanto, as relações entre as variáveis

que devem ser objetivamente medidas, destacando o apoio da Estatística para atingir essa finalidade. A visão estática, fixa e fotográfica da realidade é talvez seu traço mais peculiar.

Para Thiollent (1994), essa questão referente ao qualitativo e quantitativo na pesquisa se resume no fato de que "...de um lado, não se justifica a pretensão estritamente quantitativa da metodologia positivista e, por outro lado, a metodologia de pesquisa científica não se limita ao qualitativo".(p. 50).

As pesquisas sociais, instituídas até a década de 1970, eram fortemente influenciadas pelo modelo quantitativista das ciências exatas, isto é, os fenômenos sociais eram também tratados metodologicamente como fenômenos naturais - estáticos, distantes, quantificáveis.

Do final da década de 1970 em diante, sobretudo, com os pesquisadores da Universidade de Paris VIII, foram iniciadas duras críticas a este modelo aplicado para tratamento de fenômenos sociais. Surgia, assim, o movimento qualitativista, o qual negava veemente a quantificação nas pesquisas sociais e se firmou como modelo de pesquisa na década de 1980.

Muitas pesquisas também foram alvos de duras críticas dos defensores da abordagem quantitativa, isso porque faltavam elementos quantificáveis que sustentaram a discussão estabelecida em torno do fenômeno pesquisado. Surgiu, então, no final da década de 1990, o movimento da 'abordagem qualitativa que valoriza também a dimensão quantitativa' (TRIVIÑOS, 1987; THIOLLENT, 1994; SANTOS FILHO & GAMBOA, 2000).

Na concepção de Thiollent (1996, p.41),

> *...precisamos evitar duas formas de radicalismo. O radicalismo quantitativista, ainda vigente entre positivistas, que consideram que tudo que não pode ser medido inexiste ou é mera especulação; que não pode fazer parte da ciência e o radicalismo qualitativo, compartilhado por pesquisadores de orientações humanistas que de modo exagerado, consideram que qualquer preocupação de ordem quantitativa estaria necessariamente vinculada ao positivismo enquanto filosofia da ciência e ao conservadorismo, em termos ideológicos*.

Esse posicionamento teórico de Thiollent reforça a discussão estabelecida acerca da busca de um modelo de pesquisa para as ciências sociais e a Educação que tenha como substrato as características inerentes aos fenômenos sociais - dinâmico, interativo, subjetivo. Isto permitiria aos pesquisadores sociais um modelo próprio endereçado para pesquisas de fenômenos sociais.

Para Triviños (1987, p.116), essa questão se expressa levando-se em conta que,

> *O avanço das idéias facilitou o confronto de perspectivas diferentes de entender o real. Frente à atitude tradicional positivista de aplicar ao estudo das ciências humanas os mesmos princípios e métodos das ciências naturais, começaram a elaborar programas de tendências qualitativas, para avaliar, por exemplo, o processo educativo, e propor alternativas metodológicas para a pesquisa em educação*.

O estudo qualitativo, na concepção de Ludke & André (1986), "...se desenvolve numa situação natural, é rica em dados descritivos, tem um plano aberto e flexível e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada". (P.18).

Portanto, para compreendermos determinado objeto de estudo inserido numa realidade multidimensional e complexa, precisamos utilizar um método que nos permita, quando necessário, possibilidades de ações reflexivas do pesquisador sobre a problemática em foco a respeito das evidências expressas pelos dados obtidos.

A abordagem qualitativa busca retratar a realidade de uma forma complexa e fecunda, de modo a revelar a multiplicidade das dimensões presentes em determinada situação ou problema, focalizando-o numa perspectiva de totalidade, enfatizando a complexidade e evidências na inter-relação dos sujeitos envolvidos.

A pesquisa quantitativa busca explanar as causas das mudanças nos fatos sociais, principalmente por meio de medida objetiva e análise quantitativa. Seu objetivo básico é a predição, a testagem de hipóteses e a generalização. Nessa perspectiva, usa-se a forma de explanação chamada indutivo-estatística, que é a natureza probabilística. A intenção de predizer e encontrar regularidades articula-se ao interesse na aplicação prática. Por outro

lado, a pesquisa qualitativa rejeita a possibilidade da descoberta de leis sociais e está mais preocupada com a compreensão (*Verstehen)* ou interpretação do fenômeno social (SANTOS-FILHO & GAMBOA, 2000).

A pesquisa em estudo expressa sua relevância, no momento em que nos propomos estudar algo singular que tenha um valor em si múltiplo, plural. Precisamos perceber, no entanto, a complexidade das relações imersas no objeto de estudo com visão da totalidade, obviamente, na ciência de que jamais será possível explorar todos os ângulos do fenômeno num tempo razoavelmente limitado.

Para Triviños (1987), a abordagem qualitativa é expressa como categoria de pesquisa, cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente.

Neste trabalho foi utilizado o seguinte procedimento para efetuar a pesquisa de campo:

a) emprego de um *check-list* (doc. em anexo - 2) com os professores para averiguar, quanto ao uso das tecnologias digitais, as ferramentas tecnológicas, *sites e softwares* educativos, aplicadas ao ensino de Química;
b) conversa informal com professores acerca da utilização das tecnologias digitais no ensino de Química;
c) entrevistas aplicadas a 4 (quatro) professores usuários de tecnologias digitais -Puted e 2 (dois) professores não usuários de tecnologias digitais – Pnuted, acerca da temática em questão (conforme doc. em anexo – 3) e
d) levantamento e posterior avaliação dos *sites e softwares* utilizados pelos professores de Química da UFPI.

Esta pesquisa de campo teve duração de dois semestres letivos consecutivos, 2005/1 e 2005/2.

As atividades desenvolvidas na presente investigação de campo tinham como objetivo fundamental estabelecer contatos iniciais com os professores submetendo-os ao *check-list* sobre uso das tecnologias digitais. Na oportunidade, apresentamos os objetivos da pesquisa em curso; entrevistas aos professores do Departamento de Química, em seus respectivos gabinetes; catalogação de dados estatísticos sobre professores que usam tecnologias digitais e docentes que não usam (anexo – 4); freqüência de uso de *sites e softwares*, bem como quais as ferramentas mais utilizadas na sala de aula no

ensino de Química; entrevista semi-estruturada submetida aos professores do DQ da UFPI (anexo – 3); e Breve histórico sobre o curso de química da UFPI (anexo – 1).

Ressaltamos, ainda, que a base metodológica deste estudo está caracterizada em três fases: exploratória; coleta de dados e análise e interpretação sistemática dos indicadores.

5.5.1 Fase Exploratória.

Constituímos a fase exploratória mediante alguns contatos com as pessoas ligadas ao fenômeno estudado, professores, sujeitos da pesquisa. Esses contatos foram feitos por meio de conversas informais, com os professores do Departamento de Química da UFPI, permitindo expor, em linhas gerais, os objetivos do trabalho. Na ocasião, nos foi possível fazer alguns questionamentos informais acerca da utilização das tecnologias digitais no ensino de Química, tais como: o professor, ao utilizar o *software* educativo como recurso pedagógico, melhora o estímulo e o interesse do aluno, concernente ao conteúdo de ensino trabalhado em sala de aula? A utilização da *internet,* como recurso pedagógico, inseriu mudança na relação dialógica professor/aluno? Além disso, marcamos com antecedência as entrevistas com os referidos professores.

Em seguida, utilizamos o *check-list* como um dos instrumentos de coleta de dados submetidos aos professores. Elaboramos tal instrumento, com questões abertas e fechadas. Justificamos que a posição tomada, neste sentido, decorre da necessidade de descobrirmos, preliminarmente, a posição de cada professor, quanto ao uso das tecnologias digitais na prática escolar de Química. Assim, teremos mais argumentação e facilidade para efetuar o instrumento da entrevista a fim de levantar as informações.

Noutro momento da fase exploratória mantivemos conversas informais com professores das disciplinas: Quântica, em que analisamos o software “Spartan”, e os *sites*: nautilus e chemkeys; a disciplina Físico-Química I, em que analisamos os *sites*: *qmcweb e naeq*; e a disciplina: Química Orgânica II, em que analisamos o *software*: “Química Orgânica II – reações orgânicas” e o *site: quark*. Estas disciplinas foram definidas por nós como espaços de busca de dados da pesquisa sobre a utilização das tecnologias

digitais, *sites e softwares* educativos no ensino de Química, cujo objetivo da conversa era explanar aos professores de cada disciplina as estratégias e caminhos a percorrer, nesta fase da busca de dados.

As disciplinas escolhidas justificam-se pelas características apresentadas a seguir: Físico-Química I é intermediária do curso e constitui basicamente uma revisão cuidadosa de toda a Físico-Química do Ensino Médio com nível de aprofundamento teórico suficiente para dirimir as dúvidas remanescentes desse grau de ensino e, consequentemente, fornece ao aluno, subsídios preparatórios que apontam em direção a um estudo mais aprofundado dos conteúdos de ensino de terceiro grau. Esta disciplina/área do conhecimento é manifesta como de grande relevância, pela natureza da disciplina, concernente ao elo entre a lógica de pensar a química do ensino médio e a química de terceiro grau.

Para fundamentar esta reflexão, que trata sobre o ensino nas diversas áreas de Química, dizemos que muitas certezas, do ponto de vista teórico, são colocadas em choque, como, por exemplo, reações químicas de dupla troca, em meio aquoso. Na Química de terceiro grau, verifica-se que esta reação química é de síntese e não de dupla troca. Este é um erro conceitual grave, mas muito frequente na Química do Ensino Médio.

Outra questão importante que podemos elencar é o choque de culturas evidenciado entre os alunos iniciantes do curso de Química e a proposta pedagógica instituída pelo professor, no plano de terceiro grau, cujo diferencial se exterioriza na forma como se discute o objeto da Química na sala de aula, assim como na abordagem metodológica e no aprofundamento teórico do objeto de ensino da Química. Sua importância é expressa, ainda, na medida em que discute os conteúdos de ensino numa linguagem aprofundada, mas sem perder de vista os fundamentos estruturantes desses conteúdos no Ensino Médio. Sendo assim, possibilita ao aluno uma formação mais sólida e consciente do seu papel no exercício de sua atividade profissional.

Esta disciplina é reconhecida no meio acadêmico como de extrema complexidade, visto que agrega diversas áreas do conhecimento químico, como cinética e equilíbrio químico, estudo dos gases, eletroquímica, termoquímica, oxi-redução e outras.

A disciplina Química Quântica foi também objeto de análise para busca de dados concernentes ao uso das ferramentas tecnológicas, *sites e softwares* educativos, no ensino de Química. Sua importância do ponto de vista teórico é expressa na medida em que ajunta os fundamentos quânticos de energia molecular, energia de ligação, estrutura molecular, geometria molecular, energia de orbitais atômicos e moleculares, energia de potencial eletrostático, mapa de potencial eletrostático, enfim, um conjunto de conhecimentos que sustenta a análise e a interpretação de fenômenos na Química. Esta disciplina reúne outras áreas do conhecimento para dar conta do fenômeno quântico, como Álgebra Linear e Biologia Molecular.

A discussão teórica acerca da temática quântica carece desses fundamentos citados, porque se torna necessário que o professor tenha a capacidade de dar uma explicação química para um fenômeno visualizado matematica ou biologicamente. Daí a grande relevância dessa disciplina para a formação acadêmica.

A disciplina Química Orgânica juntamente com a Química Quântica e Físico-Química I, proporciona uma visão global da Química do Ensino Médio, com grau de aprofundamento teórico consistente e diferenciado trabalhado na graduação em Química. Grande parte dos fenômenos do cotidiano do aluno tem sua razão explicativa nos fundamentos da Química Orgânica, sejam nas funções, sejam nas reações orgânicas. Desta forma, justificam-se sua importância e sua presença nesta pesquisa focalizada. A coleta de dados está fundamentada na abordagem ‘qualitativa’ como já expressamos.

5.5.2 Coleta de Dados.

Entendemos como pesquisador que o termo “dados” significa todo o universo de informações que reunimos e analisamos concernente ao fenômeno estudado.

Na concepção de Triviños (1987),

> *O processo da pesquisa qualitativa não admite visões isoladas, parceladas, estanques. Mas, uma interação dinâmica de retroalimentação. Por exemplo, a coleta de dados num instante deixa de ser tal e passa a ser análise de dados, e esta, em seguida, torna-se substância para nova busca de informação.* (P.137).

Foi com tal perspectiva crítica, buscando compreender a problemática em contexto, que partimos para a coleta de informações. Uma das preocupações ao longo da pesquisa se manifesta e se mostra relevante, qual seja: o cuidado para evitar situações artificiais que falsificam a realidade, induzindo o pesquisador a elaborar postulados inadequados ou interpretações equivocadas.

O caminho metodológico utilizado para efetuar o levantamento dos dados foi estruturado em três fases, na primeira das quais, trabalhamos os questionamentos, mediante *check-list,* em que pesquisamos 22 (vinte dois) professores. Destes, obtivemos resposta de apenas 16, sendo esta quantidade nossa amostra para análise. Na segunda fase, utilizamos a entrevista como instrumento de recolha de dados, em que entrevistamos 06 (seis) professores tomados aleatoriamente, sendo 04 (quatro) Puted e 02 (dois) Pnuted. Na terceira fase, entrevistamos 01 (um) professor de cada disciplina: Quântica, Físico-Química I e Química Orgânica II, para identificar as *tecnologias digitais, sites e softwares* educativos, utilizados como elemento de apoio ao professor em sua prática pedagógica de Química.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados nessa etapa foram: entrevista semi-estrutura, *check-list* e diário de campo. Ressaltamos que embora tenham sido utilizados estes três instrumentos de apanha de indicadores, buscamos uma visão cuidadosa para dois pontos de relevância desta pesquisa observados nos discursos dos professores - a representação dos professores sobre o significado de conhecimento químico e as relações estabelecidas, pelo docente, entre os conteúdos de ensino e o cotidiano do aluno.

Para Ludke & André (1986), a entrevista semi-estruturada se desenvolve por meio de um esquema básico, porém não aplicado rigidamente, permitindo que o entrevistador faça as necessárias adaptações.

De acordo com Triviños (1987),

> *A entrevista semi-estruturada mantém a presença consciente e atuante do pesquisador e, ao mesmo tempo, permite a relevância na situação do ator. Este traço da entrevista semi-estruturada, segundo nosso modo de pensar, favorece não só a descrição dos fenômenos, mas também, sua explicação e compreensão de sua totalidade.* (P.152).

Esse posicionamento concernente à entrevista semi-estruturada ressalta a participação efetiva do pesquisador, uma vez que é situado também como objeto de investigação, na medida em que a descrição do fenômeno observado permite uma explicação fundamentada nos condicionantes sociopolíticos e na compreensão do pesquisador acerca da matéria focalizada.

As questões trabalhadas nesta pesquisa constam do roteiro básico das entrevistas feitas aos professores do Departamento de Química da UFPI. A título de exemplo, do referido roteiro, destacamos: quais os pontos positivos e negativos do uso das tecnologias digitais como ferramentas pedagógicas no ensino de Química? Qual o processo de seleção de *sites e software* a serem inseridos na prática pedagógica de Química? Quais os *sites* e *softwares* mais utilizados nas suas atividades de ensino de Química?

Entendemos, ainda, que a entrevista, como instrumento de coleta de dados concebida numa perspectiva semi-estruturada, possibilita ao pesquisador a busca efetiva e acurada das informações mediante rastreamento dos dados suscitados do diálogo estabelecido entre pesquisador e pesquisado. Utilizamos o instrumento da entrevista para coletar dados de apenas 6 (seis) professores dos 16 (dezesseis) que responderam e entregaram o *check-list* porque, se a quantidade de entrevista fosse aumentada, teríamos dificuldades para tratamento da grande quantidade de dados, tornando a pesquisa inviabilizada para o limite temporal em disposição.

Ressaltamos que esse levantamento da posição dos professores sobre o uso de tecnologias digitais no ensino de Química propiciou a avaliação dos *softwares* educativos ‘Spartan’, ‘Origin’ e ‘Química Orgânica II’. De forma similar, propiciou avaliação dos *sites*.

5.5.3 Análise Sistemática de Dados.

Em princípio, nos debruçamos sobre o grande volume de material coletado na pesquisa, oriundo dos seguintes instrumentos de coleta de dados: transcrições de entrevistas, questionário, *check-list* e diário de campo com registro das conversas informais com os professores pesquisados.

Diante de tanto material a ser analisado me veio de imediato, um questionamento. Por onde começar? Eis a questão.

Iniciamos a análise dos dados pela leitura e organização do material coletado. Organizamos os textos, oriundos do discurso dos professores, em que destacamos as unidades de significado. Agrupamos tais unidades por categoria, professor, e por semelhança de significado, objetivando extrair o essencial de cada sujeito da pesquisa. Esse procedimento permitiu fazer o estudo analítico, agrupando e separando por convergência e divergência as categorias encontradas.

A descrição, como elemento substantivo da análise, configura-se como a primeira etapa, necessária para se chegar à interpretação, passando a seguir, pela inferência, sendo esta um procedimento intermediário. Assim, é pela inferência que os dados passam a ser organizados, reagrupados, permitindo ao pesquisador compô-los em outra formatação e vislumbrando significados que possam estar ocultos nos significados dados pelos sujeitos.

Nesse sentido, Bardin (1988) assinala que não se trata de alcançar, mediante os significantes (simbologia), os significados que os sujeitos produzem, mas, por intermédio destes, atingir outros ainda não revelados.

O tratamento dos dados obtidos nesta pesquisa seguirá o formato da análise de conteúdo. Esta perspectiva nos permite adentrar o significado dado pelos diferentes sujeitos da categoria professor, em sua prática, buscando interpretar seu sentido mais amplo, às vezes polissêmico, outras vezes repleto de contradições, dúvidas e hesitações.

Dentre as opções possíveis de se estabelecer o tratamento de dados por meio da análise de conteúdo, o exame temático se apresenta como possibilitador na medida em que agrupa os elementos dispersos nos diferentes dados. Para tanto, a codificação é adotada, no sentido de reunir os indicativos em determinadas unidades.

O tratamento dos dados, após a sua descrição, configurou a formulação das categorias de análise como forma de classificação dos elementos encontrados. Para Bardin (1988, p. 117), as categorias permitem reunir *"um grupo de elementos sob um título genérico"*, proporcionando assim *"uma representação simplificada dos dados brutos"*.

A abordagem qualitativa utilizada neste trabalho foi posta em relevo nos aspectos passíveis de qualidade e reflexão subjetiva. Entendemos que esta opção metodológica amplia as possibilidades de compreensão do objeto de estudo, incorporando as significações que os sujeitos apresentam nas diversas situações, seja na sua fala, seja no seu fazer pedagógico, cujos dados fornecidos nos afastam daquilo que as evidências empíricas e o simples contato imediato com a realidade possam nos fornecer.

Para Bardin (1988, p. 42), a análise de conteúdo se apresenta como

> *Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.*

Essa referência de Bardin acerca da análise de conteúdo omite um fator que consideramos fundamental na análise, qual seja, a inferência do pesquisador recheada de percepções analíticas fruto da sua fundamentação teórica, o que torna indicativo ou não de uma análise viciada emergindo da reflexão do pesquisador acerca do discurso do pesquisado.

O pesquisador trabalha com aquilo que se apresenta a ele sob as diferentes formas e nuanças. Na compreensão de Bardin (1988, p.39), o analista é como um arqueólogo. Ele trabalha com 'vestígios', que podem ser

compostos de documentos naturais ou suscitados, sendo estes últimos aqueles que advêm da interferência direta do pesquisador na coleta das informações.

O resultado da análise obtida do discurso dos professores, mediante entrevistas, *check-list* e análise de *software* educativo e *sites* será apresentado, nos capítulos 5 e 6, sendo que o capítulo 6 expressará exclusivamente o resultado da avaliação de *softwares e sites* educativos, para melhor verificar o discurso dos professores. Para fazer essa avaliação, elaboramos uma grade de análise de *sites e softwares* de Química. Fundamentado na compreensão de Viana Júnior & Castro Filho (2005) a análise de *software* educativo comumente emprega grades de parâmetros gerais acerca dos aspectos técnicos de análise da interface. Apesar de importantes, essas grades gerais não são suficientes para avaliar *sites e softwares* no ensino de Química, daí a necessidade de elaborar uma grade de análise específica para analisar estas ferramentas.

Na compreensão de Rocha (1987) a qualidade de um *software* é definida como um conjunto de propriedades a serem satisfeitas em determinado grau, de modo que o *software* satisfaça às necessidades de seus usuários. As características de um *software* não devem, necessariamente, atender a todas as características de qualidade e sim ter a qualidade necessária para o atendimento de seus objetivos e satisfação de seus usuários.

Para a avaliação da qualidade de um *software* educacional, é importante considerar as características expressas na tabela 5, segundo Rocha *et al* (2001).

Tabela 5 – Características de qualidade de um *software* educacional.

Características pedagógicas;	Ambiente educacional, pertinente ao programa curricular, aspectos didáticos;
Facilidade de uso;	Facilidade de aprendizagem, facilidade de memorização memorização, robustez;
Características da interface;	Condução, afetividade, consistência, significado dos códigos e denominações, gestão de erros;
Adaptabilidade;	Personalização, adequação ao ambiente;
Documentação;	Personalização, adequação ao ambiente;
Portabilidade;	Adequação tecnológica, adequação aos recursos da escola;
Retorno do investimento;	Preço compatível, taxa de retorno.

Fonte: Rocha *et al* (2001).

Essas características gerais concernentes à qualidade de um software educacional fundamentam a elaboração da nossa grade de análise no ensino de Química. Na concepção de Costa *et al* (2001), se por um lado as tecnologias digitais são cada vez mais importantes e necessárias para a Educação, de outra parte, a sua 'pouca idade' faz com que ainda não se tenha mecanismos de seleção e avaliação.

A nossa grade de análise está constituída de três (03) dimensões fundamentais: (a) base pedagógica; (b) aspecto técnico; e (c) aspectos relativos à categorização na área de Química.

Com fundamento em Rocha & Campos (1992), Rocha *et al* (1987) veremos a tabela 6 que versa sobre a classificação dos softwares.

Tabela 6 – Tipos de softwares educacionais na web.

Exercício e prática;	Exercita conteúdos ou habilidades já conhecidas pelo aluno, mas não inteiramente dominadas por ele;
Tutorial;	Apresenta conteúdos, utilizando animações, sons e gerenciamento do controle da performance do aprendiz, facilitando o processo das lições;
Sistema tutor inteligente;	Considera o conhecimento e habilidades prévias dos alunos para escolher estratégias de ensino/aprendizagem mais apropriada para cada um dos alunos;
Simulação e modelagem;	Representa partes do mundo real como objetos, sistemas ou eventos;
Jogo educativo;	Proporciona uma fonte de recreação com vistas à aquisição de um determinado tipo de aprendizagem;
Informativo;	Apresenta informações na forma de textos, gráficos ou tabelas. Enquadra-se nesta categoria livros eletrônicos, enciclopédias interativas, etc;
Hipertexto/hipermídia;	Forma não linear de armazenamento e recuperação de informações. Um hipertexto tem a capacidade de interligar pedaços de informações entre si através de uso de palavras-chaves. Hipermídia é um hipertexto que possibilita a ligação de pedaços de informações em diferentes mídias.

Fonte: Rocha & Campos (1992), Rocha *et al* (1987).

Esses fundamentos teóricos contribuíram para a elaboração da nossa grade de análise dos *sites e softwares* educativos na área de Química. A seguir, disponibilizaremos o modelo da grade produzido para auxiliar o pesquisador na avaliação dos *softwares*: *spartan; origin* e Química Orgânica II, bem como, os *sites: nautilus*; ucs.br; *chemkeys; quark e qmc*.ufsc.

5.6 Avaliação de *software e sites* educativos.

A avaliação de um *software* educativo, ao se constituir de critérios bem definidos, pode contribuir para apontar em que tipo de proposta pedagógica o *software* está fundamentado. Essa condição expressa diversos elementos constitutivos de um *software*, tais como: a concepção teórica de aprendizagem instituída no software, a classificação do *software*, o caminho metodológico proposto no *software*, a transposição didática, os meios, os recursos e as linguagens, a dimensão técnica do *software* e a categorização do *software* na área específica de Química. Tomando por base essas considerações, a seguir teceremos discussões sobre os fundamentos pedagógicos que fazem os *softwares* educativos inseridos no ambiente escolar.

5.6.1 Base Pedagógica de um Software educativo

A primeira tarefa do professor que se propõe a analisar um *software* educativo é identificar a concepção teórica de aprendizagem que o orienta, pois um *software* para ser educativo deve ser pensado segundo uma teoria sobre como o sujeito aprende, como ele se apropria e elabora seu conhecimento.

De forma global, para efeito didático e de melhor entendimento, correndo todos os riscos reducionistas, classificaremos as teorias que buscam dar sustentação pedagógica a professores e alunos, inseridos no ensino/aprendizagem, em duas grandes correntes: (a) Tradicional e (b) progressista.

5.6.2 Base Pedagógica: *Concepção Teórica de Aprendizagem*:

a. ( ) tradicional (centrada no professor, no conteúdo e na tecnologia); e
b. ( ) progressista (centrada nas interações do aluno com o professor, outros alunos, além da tecnologia e do conteúdo).

c. Transposição Didática - entendida como processo de passar as informações de meios estáticos como o impresso para meios dinâmicos, como o computador.

( ) significa mera reprodução do conteúdo do livro ou quadro para o formato Digital;

( ) significa perda de qualidade, em termos de consistência teórica, na transposição do conteúdo para a mídia eletrônica;

( ) significa ganho de qualidade na transposição com a adição de outras mídias como (vídeo, som etc);

( ) Há um ganho de qualidade com a possibilidade de interação (simulações ou cálculos dinâmicos); e

( ) significa executar uma atividade através da máquina, mediante programas computacionais, de modo que reproduz a realidade do contexto químico imerso num *software*.

d. Linguagens imersas num software e site:

Textos: ( ) coerência; ( ) clareza; ( ) consistência

e. Imagens estáticas

Qualidade das imagens: a ( ) são relevantes; b ( ) são claras; c ( ) servem apenas como distração do usuário; d ( ) servem como complemento das informações; e ( ) servem como idéia principal das informações.

f. Imagens animadas

Qualidade das animações: a ( ) são relevantes; b ( ) são claras; c ( ) servem apenas como distração do usuário; d ( ) Dificultam o entendimento das informações; d ( ) servem como complemento das informações; e ( ) servem como idéia principal das informações.

g. Visual - cor

O contraste das cores de fundo e da fonte, no texto, interfere diretamente no resultado do *software* utilizado ou na indicação de *links* disponíveis?

( ) sim ( ) não

h. A diagramação e a estética do *software* são

( ) adequadas

( ) inadequadas:

a. ( ) desordenadas b. ( ) confusas

i. som:

( ) o áudio é utilizado como a principal ou a única referência;

( ) o áudio é utilizado como complemento associado ao texto;

( ) esta mídia não está associada ao *software* analisado.

j. Classificação do *software - Quanto ao tipo:*

( ) tutorial;

( ) exercício e prática;

( ) programação;

( ) simulação:

1. ( ) fechada – quando o fenômeno é previamente implementado no computador, não exigindo que o aluno desenvolva sua hipóteses, teste-as, analise os resultados e refine seus conceitos. Nessa perspectiva, a simulação se aproxima do tutorial, caracterizado como *software* que ensina o aluno – instrucionista.
2. ( ) aberta - quando fornece ao aluno algumas situações previamente definidas o encoraja a elaborar suas hipóteses que deverão ser validadas por intermédio de simulação no computador; caracterizada como *software* que proporciona condições para o aluno construir seu conhecimento – construcionista.
3. ( ) modelagem;
4. ( ) jogos.

l. Aspectos Técnicos

1. apresenta instruções de forma clara ( ) sim ( ) não
2. indica as possibilidades de uso ( ) sim ( ) não
3. possui facilidade de instalação e desinstalação ( ) sim ( ) não

4. fornece manual de utilização com linguagem apropriada ( ) sim ( ) não
5. funciona em rede ( ) sim ( ) não
6. importa e exporta objetos ( ) sim ( ) não
7. é auto-executável ( ) sim ( ) não
8. possui recursos de *hipertextos* e *hiperlink* ( ) sim ( ) não
9. dispõe de *help-desk* ( ) sim ( ) não
10 apresenta facilidade de navegação ( ) sim ( ) não
11 apresenta mensagens de erro ( ) sim ( ) não
12 possui manual de instrução ( ) sim ( ) não

M. Categorização na área da Química - Aspectos relativos ao *software* de química utilizado na sala de aula:

1. ( ) animação;
2. ( ) representação química –maneira como uma substância ou composto é representado graficamente, através de uma equação, de simbologias;
3. ( ) experimentos virtuais no laboratório;
4. ( ) erros conceituais imersos no *software;* e
5. ( ) simulação de fenômenos químicos do cotidiano.

N. Vantagens

1. ( ) reproduz aspectos eletrônicos e geométricos de moléculas;
2. ( ) simula movimentos vibracionais;
3. ( ) representa pictoricamente os orbitais moleculares;
4. ( ) apresenta múltiplos caminhos para a solução do problema;
5. ( ) contextualiza as atividades, relacionando-as com a química do cotidiano;
6. ( ) possibilita experimentação de situações de laboratório ou do mundo real pelos alunos;
7. ( ) possibilita a reflexão dos alunos sobre propriedades químicas; e
8. ( ) permite cálculos químicos de forma dinâmica.

O. Limitações

1. ( ) ausência de simulações e experimentações;

2. ( ) não apresenta múltiplos caminhos para solução de um problema;
3. ( ) preço;
4. ( ) excesso de textos;
5. ( ) reprodução literalmente do livro ou da sala de aula;
6. (   ) não possibilita reflexão por parte do aluno.

Conclusões/ recomendações/sugestões.

6 O ENSINO DE QUÍMICA PERMEADO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS, COM BASE NO DISCURSO DOS PROFESSORES.

6.1 Discussão dos dados obtidos do discurso dos Professores.

Este capítulo trata da análise dos dados coletados, tendo em vista os discursos dos professores de química da UFPI e os discute com fundamento nos pressupostos teóricos assumidos neste trabalho como referenciais. As informações obtidas são aqui tratadas como construções que foram sendo elaboradas e maturadas durante todo o percurso da pesquisa, isto é, período de contato e convivência com os sujeitos desta pesquisa.

Para melhor compreender a posição dos professores de Química da UFPI concernente ao uso das tecnologias digitais na sala de aula, evidenciamos o resultado da pesquisa de campo, que versa sobre quem usa e quem não usa tecnologias digitais no ensino/aprendizagem na Química.

Conforme expresso na tabela 7, verificamos que 75%, correspondente a 12 (doze) professores analisados, responderam que utilizam tecnologias digitais no espaço escolar como elemento substancial da prática pedagógica. Os demais, 25%, correspondentes a 4 (quatro) professores analisados, não utilizam essa tecnologia como ferramenta de ensino. Veja na Tabela, a seguir:

Tabela 7 – Uso das tecnologias digitais como ferramenta pedagógica no processo de ensino/aprendizagem em química.

Ferramenta Pedagógica (internet e software educativo)	Percentual %	Professores respondentes
SIM	75%	12
NÃO	25%	4
TOTAL	100%	16

Fonte: pesquisa direta.

A tabela 7 expressa um resultado percentualmente significativo (75%) na direção do uso das tecnologias digitais na sala de aula. Esse fator é indicativo de que grande parte dos professores pesquisados está possibilitando abertura para o incremento de inovações tecnológicas a serem inseridas na prática pedagógica de Química. Encontramos como resultado na pesquisa de campo

que a iniciativa a divulgação e incentivo ao uso das tecnologias digitais não se configura como uma política deliberada de iniciativa do Departamento de Química da UFPI, mas é, produto da iniciativa de pequenos grupos de docentes, ou mesmo de casos isolado de cada professor.

A seguir, analisaremos o resultado acerca de cada ferramenta utilizada na prática pedagógica de Química, evidenciando: quem usa ou não essas tecnologias na prática pedagógica de Química. Obtivemos o que é expresso na Tabela 8:

Tabela 8 – Utilização de ferramenta tecnológica na prática pedagógica de Química

Tipo de ferramenta	Quem usa	Quem não usa
1. E-mail;	15 (93,75%)	01 (6,25%)
2. Processador de texto;	15(93,75%)	01(6,25%)
3. Planilha eletrônica;	08 (50,00%)	08 (50,00%)
4. *Software* de apresentação;	14 (87,50%)	02 (12,50%)
5. Bate-papo;	02 (12,50%)	14 (87,50%)
6. Fórum;	02 (12,50%)	14 (87,50%)
7. Lista de discussão;	09 (56,25%)	07 (43,75%)
8. Pesquisa na *internet;*	16 (100,0%)	zero
9. *Software* de estatística;	06 (37.50%)	10 (62,50%)
10. *Software* de química;	16 (100,0%)	zero
11. Ambientes virtuais de aprendizagem.	06 (37,50%)	10 (62,50%)

Fonte: pesquisa direta.

Esta tabela mostra que as duas ferramentas tecnológicas mais utilizadas pelos professores são: o *e-mail* e o processador de texto (*word* ou similares), ambas com 93,75% de manifestação. Ocorre que essas ferramentas, ao lado do *software* de apresentação (power-point ou similares), com 87,5%, são utilizadas normalmente como suporte do professor, mediante preparação, organização e planejamento para inserção da prática pedagógica, e não como elemento substantivo da atividade de ensino em sala de aula. Nas ferramentas de interação e *softwares* educativos, como *fórum,* bate-papo; ambientes virtuais de aprendizagem e lista de discussão, o percentual de uso encontrado na pesquisa foi relativamente baixo, conforme expresso na tabela,

o que demonstra pouca familiaridade, domínio e uso dessas ferramentas na atividade de ensino de Química. A Tabela 9 mostra o grau de uso de cada ferramenta no ensino de Química.

Tabela 9 – Grau de uso da ferramenta na prática pedagógica de Química

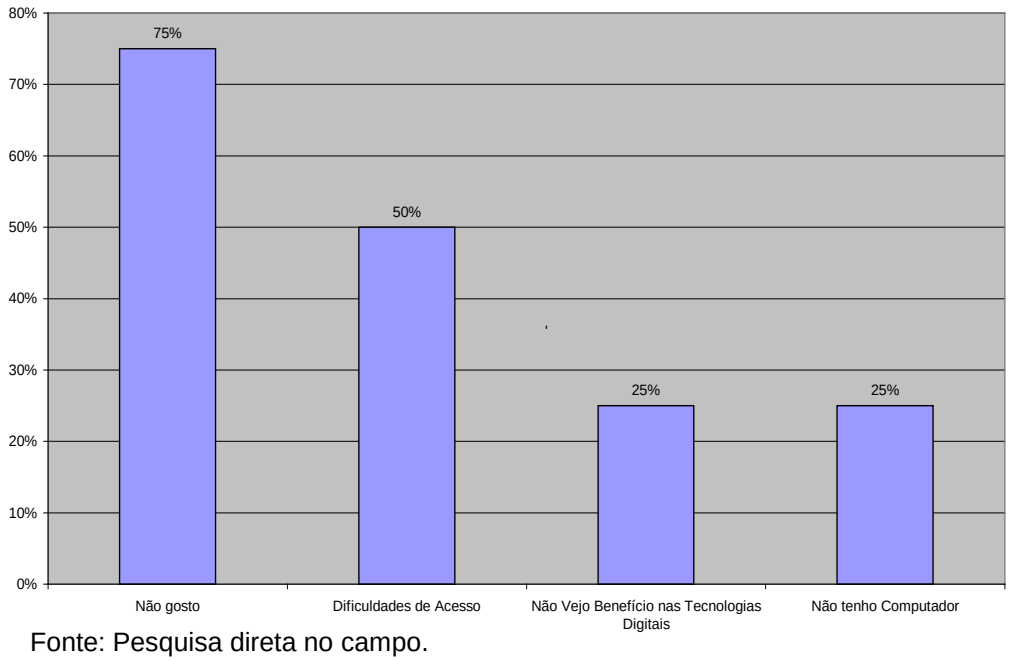
	Tipo de ferramenta	Mais usada N.5	Menos usada N.1
1.	E-mail;	15	00
2.	Processador de texto;	15	00
3.	Planilha eletrônica;	00	08
4.	*Software* de apresentação;	06	04
5.	Bate-papo;	00	02
6.	Fórum;	00	02
7.	Lista de discussão;	00	09
8.	Pesquisa na *internet;*	13	03
9.	*Software* de estatística;	01	05
10.	*Software* de química;	11	05
11.	Ambientes virtuais de aprendizagem.	03	03

Fonte: pesquisa direta.

As ferramentas mais usadas, padronização nível 5, encontradas como resultado da pesquisa são: *e-mail*, processador de texto, pesquisa na *internet e software* de Química. Destas, a que se apresenta como elemento da prática pedagógica é o *software* de Química. As demais são utilizadas como organização e planejamento de aula. As ferramentas menos usadas, padronização nível 1, apresentam os seguintes resultados: lista de discussão, com 9 citações, e planilha eletrônica, com 8 menções. Isso mostra que o domínio, acesso e uso dessas tecnologias aos poucos estão se inserindo na prática pedagógica do professor de Química.

O gráfico 2 mostra as razões para o não-uso de tecnologias digitais no ensino de Química

Gráfico 2 – Razões apontadas para o não uso das tecnologias digitais pelos professores respondentes



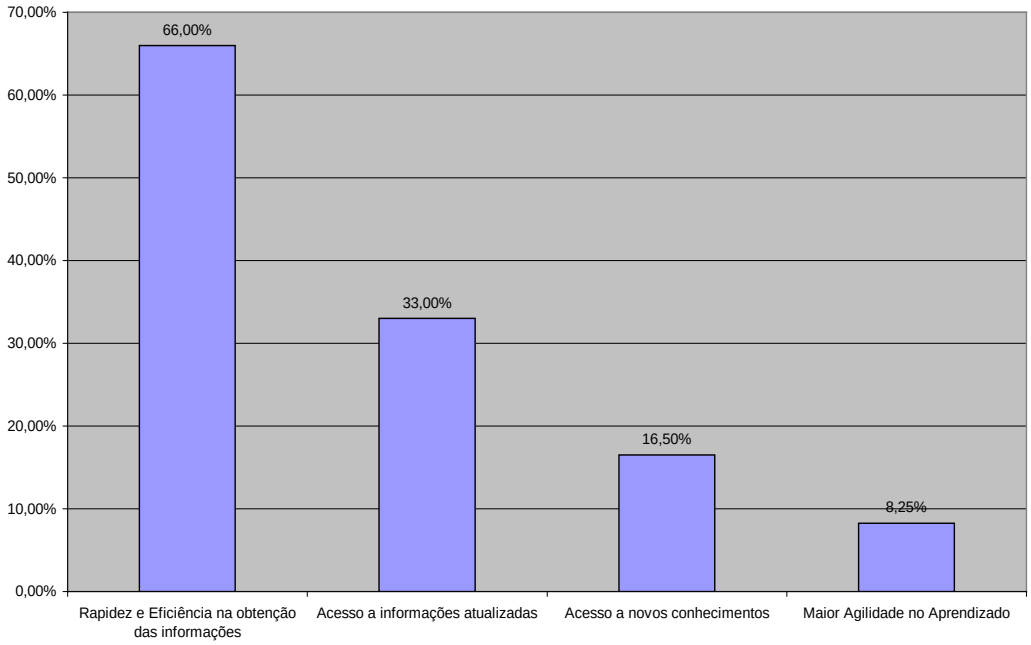
Fonte: Pesquisa direta no campo.

Atente-se para o fato de que as categorias surgidas do discurso desses professores apresentam-se como não excludentes. As razões para justificar a decisão de não usar tecnologias digitais no ensino de Química são diversas, porém, 4 (quatro) delas foram categorizadas com características definidas, quais sejam: *não gosto*, com 75%; *dificuldade de acesso*, com 50%; *não vejo benefício nas tecnologias digitais*, com 25%, 01 (hum) professor dos respondentes; *não tenho computador*, com 25% dos respondentes.

As razões categorizadas apontam para uma dimensão de afeto pessoal de cunho subjetivo, o que mostra fragilidade na justificativa para o não-uso das tecnologias digitais no ensino de Química. A categoria *não vejo benefício nas tecnologias digitais* destoa das demais, no sentido da dimensão subjetiva individual do professor.

Da mesma forma, foram apontadas razões positivas para justificar o uso das tecnologias digitais no ensino de Química, como veremos a seguir, no gráfico 3. Ressaltamos que as categorias surgidas do discurso dos professores são não excludentes

Gráfico 3 - Razões positivas para justificar a utilização das tecnologias digitais no ensino de Química



Fonte: pesquisa direta.

Para os usuários e defensores do incremento das tecnologias digitais na prática pedagógica são inúmeras as razões positivas que justificam esse uso, porém relevamos aquela que o gráfico indica como a razão mais freqüente apontada pelos professores - *rapidez e eficiência na obtenção de informações* -, com 66%, ou seja, (08 manifestações) dos 12 (doze) professores respondentes. Assim, o uso da *internet, software* educativo ou tecnologia outra podem potencializar melhorias ao ensino de Química nas universidades, proporcionando acesso ao aluno a determinados conteúdos, com rapidez e qualidade, às vezes porventura, inexistentes, naquele espaço territorial e naquele tempo de execução da atividade, ensejando ao professor e aluno informações recentes e possibilidade de acesso a novos conhecimentos.

Em seguida, questionamos os professores usuários de tecnologias digitais sobre os *sites* especializados em Química e acerca dos *softwares* educativos em Química, mais utilizados por eles na prática pedagógica. Os resultados estão expressos na Tabela 10.

Tabela 10 - *Sites* especializados em Química utilizados na prática pedagógica.

Nome do site	Freqüência de uso	Percentual
Nautilus	*10*	*83,3%*
allchemy	*10*	*83,3%*
qmcweb	*8*	*66,6%*
web of science	*7*	*58,3%*
cheviz.com	*7*	*58,3%*
chemkeys.com	*7*	*58,3%*
cq.ufam.edu.br	5	41,6%
qmc.ufsc.br	4	33,3%
sbq.ensino.foco.fac.ufmg.br/interativo	2	16,6%
jounal chemical education.	*1*	08,3%

Fonte: Pesquisa feita direta ao professor no campo em 2005/2.

Obs. As categorias são Não Excludentes.

As respostas obtidas na Tabela 10 corresponderam de forma coerente ao que foi dito pelos professores em seus discursos a respeito da seleção dos *sites* a serem trabalhados no ensino de Química. A escolha dessa ferramenta pedagógica é feita mediante critério de qualidade, cujo produto passa preliminarmente por maturações acadêmicas, objeto de reflexões e pesquisas em instituições e universidades públicas. Por exemplo, as respostas obtidas nesta pesquisa acerca dos *sites* específicos de Química que mais se destacaram em termos de uso no espaço da sala de aula foram: *allchemy; qmcweb; web of science; cheviz; chemskey; cq.ufam.edu;* qmc.ufsc; sbq.ensino.foco.fac.ufmg; *jounal chemical education*. Mais à frente, neste trabalho, será feita uma análise da qualidade destes *sites*, bem como, dos *softwares* para o ensino de Química, sobre os quais trataremos na Tabela 11.

No mesmo questionamento foi perguntado ao professor acerca do uso do *software* específico de Química. O resultado está expresso na Tabela 11.

Tabela 11: *Softwares* especializados em Química utilizados em sala de aula

Nome do *software*	Freqüência de uso	Percentual
spartan;	*10*	*83,3%*
origin;	*10*	*83,3%*
química orgânica II	8	66,6%
chemwindows;	7	58,3%
chemmaths;	5	41,6%
stoichiometry	*3*	*25,0%*

Fonte: pesquisa direta.

Obs. As categorias são Não Excludentes

O *software spartan,* o Química Orgância II, o *chemwindows,* o *chemmaths e o stoichiometry* são os *softwares* especializados de Química mais mencionados pelos professores, afirmando fazer uso em sua prática pedagógica. O *software origin*, embora não sendo específico de Química, foi muito citado pelos professores como ferramenta de apoio às atividades de elaboração de gráficos acerca de conteúdo de Química, sendo que a maior freqüência de uso se refere ao *software spartan*, com 83,3% de uso. Vale ressaltar que esta ferramenta versa sobre desenho de moléculas, cálculo de ângulos e tamanho de ligações químicas, construção de gráficos, sobretudo, nas disciplinas teóricas da Química, como Quântica e Físico-química.

Foi também constatada nesta pesquisa uma freqüência considerável de respostas dos professores, isto é, 25% dos respondentes, concebendo o *software power-point*, como sendo um *software* de química. Isso, de imediato, nos causou preocupação, o que nos levou a acreditar que ou a questão não foi entendida pelo professor, no momento da pesquisa, ou então, os professores não sabiam mesmo diferenciar os dois tipos de *software.* Este evento nos levou a perguntar-lhes novamente sobre a questão específica, qual seja: o *software power-point* é um *software* de química? A resposta foi categórica: não, ou seja, quando nas respostas referidas mencionaram o *power-point* foi para dizer que também utilizavam esse tipo de *software*, na prática pedagógica de Química, mas como preparação de aula e apresentação de seminários e afins.

Em seguida, questionamos os professores usuários de tecnologias digitais sobre a finalidade do uso dos *softwares* no ensino de Química, cujas respostas nos possibilitaram evidenciar categorias explicativas de uso de cada *software*. O objetivo era compreender a relação estabelecida entre o *software* e o conteúdo a ser trabalhado. Assim, geraram diversas categorias de respostas, as quais estão expressas na Tabela 12.

Tabela 12: Utilização dos *softwares* na prática pedagógica de Química

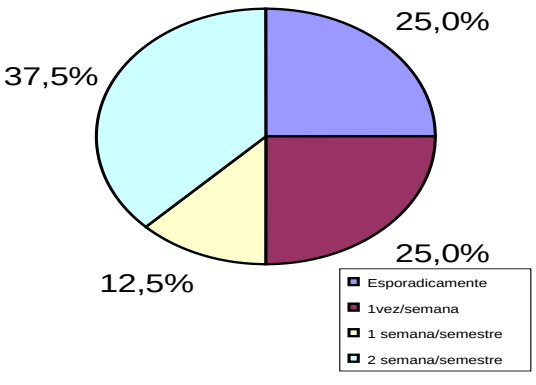
Softwares	**Utilização do *software* no ensino de Química**
Spartan .	Desenho de moléculas; cálculo de ângulos de ligações químicas;
Origin	Confecção de gráficos e dados estatísticos da química;
Chemmaths	Atualização sobre conteúdos de química da área de quântica;
Stoichiometry	Discussão sobre a estequiometria na química;
Power-Point	Este software é utilizado na prática pedagógica de química, como preparação de aula, apresentação de seminários e afins.

Fonte: pesquisa direta.

Os *softwares* específicos de Química utilizados pelos professores na prática pedagógica de Química, conforme estão expressos na tabela 12, são trabalhados, segundo os professores respondentes, para desenvolver as seguintes finalidades: (a) confecção de gráficos e dados estatísticos da Química; (b) desenho de moléculas e cálculo de ângulos de ligações; (c) atualização sobre conteúdos de Química da área de Quântica; (d) discussão sobre erros conceituais em Química na estequiometria; enfim, sobre as questões relativas ao ensino/aprendizagem em Química.

Essa pesquisa verificou também a freqüência de uso dessa ferramenta na prática pedagógica, conforme está expresso no gráfico 4.

Gráfico 4 - Freqüência de uso, pelo professor, de *software educativo* como ferramenta da prática pedagógica de Química.



A freqüência de uso dessas ferramentas, em sala de aula, vai desde a categoria *esporadicamente*, com 33,3% (4 professores), passando pela categoria *uma (01) vez por semana*, *durante todo o semestre,* com também 33,3% das respostas. A categoria de respondente relativa a *utilização de software para alguns conteúdos da disciplina de Química, equivalente a duas (02) semanas*, em cada semestre, corresponde a 37,5% (5 professores). A freqüência de uso da categoria *utilização de software para trabalhar alguns conteúdos da disciplina, equivalente a uma (01) semana, em cada semestre, é* 16,6% (2 professores). A categoria de professores que utiliza *softwares* como ferramenta pedagógica no ambiente escolar, durante o semestre inteiro, corresponde a 0%. Assim, queremos ressaltar que da totalidade dos professores pesquisados que utiliza essa tecnologia como ferramenta pedagógica na sala de aula, nenhum deles a utiliza em todas as aulas.

Portanto, diante do posicionamento dos professores acerca do uso das tecnologias digitais concebidas como ferramentas pedagógicas utilizadas no ensino de Química, constatamos que a inserção dessas tecnologias no ambiente escolar se constitui como vetor de inovação e mudança da prática pedagógica de Química, pois possibilita rapidez e eficiência na obtenção das informações, acesso a informações atualizadas, acesso a novos conhecimentos e maior agilidade no aprendizado.

Uma diversidade de nuanças se expressa quando tratamos das tecnologias digitais como vetor de mudanças na prática pedagógica, como: o velho discurso vestido nova roupagem, visto que é uma área nova, em busca de definição. Ainda é muito grande a instabilidade concernente a uma proposta pedagógica mais sólida que trate as tecnologias digitais como ferramentas de ensino a serem inseridas no ensino/aprendizagem de forma global.

As exigências da sociedade atual tangente ao domínio mínimo de conhecimentos gerais e específicas que o professor precisa ter para dar conta do objeto da prática pedagógica, nas diversas áreas, tornam o ato educativo cada vez mais complexo e desafiador. Assim, é possível perceber como os professores resistem às inserções de inovações tecnológicas em sua prática, sobretudo, porque se expressa em essência como uma desconstrução da identidade de sua prática já cristalizada em fundamentos e argumentações teóricas sedimentadas. Na relação do seu trabalho já estabelecido com uma

realidade diferente e nova, impulsionado pelas tecnologias digitais, abre-se campo de resistência, tornando-se mais fácil e mais cômodo para esses professores envolvidos rejeitá-la cegamente. Tal relação vai descortinar o quadro em que opera grande parcela de professores para dar significado à sua prática transpondo o fazer imediato, buscando justificação.

No confronto com os elementos da prática pedagógica permeada de *internet e software educativo*, esta categoria permite entender as características apresentadas, as quais sinalizam positivamente no sentido da confirmação dessas ferramentas como instrumento da prática pedagógica do tempo presente.

Hoje não é mais possível compreender o ensino centrado apenas no professor, antes considerado o único detentor do conhecimento. O ensino/aprendizagem deve ser algo dinâmico que estrutura e é estruturado de acordo com as relações estabelecidas no ato pedagógico. Nesta perspectiva, Melo & Melo (2005, p.43), compreendem que

> *As ferramentas pedagógicas como os softwares de modelagem surgem como alternativa para otimizar e auxiliar o processo ensino/aprendizagem, mediante mudanças conjunturais que os professores adotam na postura para melhor desenvolvimento do ato educativo.*

Ressaltamos que, para a aplicação de qualquer produto tecnológico no ensino/aprendizagem de Química, é preciso ter a clareza de que a aprendizagem, a aquisição de um conhecimento novo, diferente, só ocorre com o engajamento pessoal do aprendiz. Nenhuma máquina pode depositar conhecimento em uma pessoa. Ela pode ser utilizada como mediadora para ampliar as condições do aprendiz a descobrir e desenvolver as próprias potencialidades. Por isso, caracterizar uma ferramenta em si, em vez de seu uso adequado, como um recurso didático, é uma impropriedade. Assim, qualquer componente que se queira inserir na Educação exige que se tenha um conhecimento adequado de sua aplicabilidade (SÁ FILHO & SOARES, 2001).

Diante do exposto, no que concerne ao levantamento dos dados acerca do uso das tecnologias digitais, obtidos nas entrevistas semi-

estruturadas, com a finalidade de identificar o discurso dos professores acerca da matéria focalizada, passaremos a discutir sobre as diversas categorias surgidas do discurso dos professores pesquisados. Foi utilizada como instrumento de coleta de dados a entrevista semi-estruturada.

Evidenciamos que esta pesquisa não se resume a simples informações coletadas linearmente, mas é circunscrita também, na dimensão das relações estabelecidas entre pesquisador, pesquisados e sua prática pedagógica.

Como resultado da análise dos dados desta pesquisa, foram constatadas três categorias gerais, surgidas das entrevistas com os professores, do *check-list* analisado e da revisão do quadro teórico adotado para a feitua da análise. São elas: (a) significado para os professores acerca das tecnologias digitais no ensino de Química; (b) A utilização de *software e sites* no ensino de Química como ferramenta pedagógica; (c) avaliação de *sites e softwares* utilizados pelos professores de Química da UFPI.

6.1.1 Significado para os Professores acerca das Tecnologias Digitais no Ensino de Química.

Essa categoria agrega os elementos presentes no discurso dos professores de Química que apontam para a contribuição da *Internet e software* educativo como ferramentas tecnológicas utilizadas no ensino/aprendizagem em Química na UFPI. Deste modo, a utilização deste instrumental tecnológico referido, sinaliza interferência direta na prática pedagógica do professor, pois as estratégias para tratar o objeto de ensino/aprendizagem em Química ocorrem numa razão direta estimulada pela forma como essas tecnologias são utilizadas no espaço da sala de aula.

6.1.2 Contribuições das Tecnologias Digitais para o Ensino de Química

Ao fazer uma análise do discurso dos professores usuários de tecnologias digitais, cognominado Puted, acerca do uso dessas tecnologias no espaço escolar, constatamos três subcategorias: (a) as tecnologias digitais auxiliam o professor no ensino/aprendizagem; (b) as tecnologias digitais possibilitam a simulação de experimentos virtuais capazes de reduzir custos, tempo e riscos ao professor no ato da execução; e (c) o acesso às tecnologias

digitais possibilita maior velocidade, quantidade e dinamicidade na busca de informações e conhecimento. A seguir, explicaremos cada subcategoria.

(a) as tecnologias digitais auxiliam o professor, possibilitando acesso a diferentes perspectivas sobre um tema debatido. Na compreensão do Puted-1, essas tecnologias contribuem no sentido de auxiliar o professor com uma ferramenta que poderá facilitar a compreensão e o entendimento dos alunos sobre determinados conteúdos. Diz ele:

> *Eu entendo que o uso da internet e do software educativo contribui, no sentido de auxiliar o professor, com uma ferramenta significativa para o processo de ensino, uma vez que o professor incentiva o aluno a buscar outras fontes de pesquisa, mediante consulta a sites especializados, possibilitando-o ter acesso e avaliar outras formas de pensar acerca de determinados conteúdos de ensino.* (PUTED -1, ago/2005).

Esse posicionamento do professor reflete a compreensão de que as tecnologias digitais não acontecem mediante o simples fato do seu incremento na atividade pedagógica, mas sim pela conjunção de fatores, como o estabelecimento de passos estratégicos na utilização do conteúdo de ensino, como discussão prévia com os alunos acerca do domínio técnico de uso da ferramenta e incremento de atividades de ensino para conferir domínio de conteúdo. Esses elementos pedagógicos referidos contribuem positivamente para a ocorrência do uso adequado da ferramenta. Quando se refere ao uso das tecnologias digitais nas disciplinas teóricas, por exemplo, a Quântica, o Puted-2 assinala.

> *No ensino de química, em mecânica quântica, por exemplo, percebemos claramente a importância do uso do software concernente ao diagrama de Linus Pauling. A utilização dessa ferramenta no tratamento do diagrama nos permite calcular não só a ordem das energias orbitais, mas também o valor dessas energias. Isso faz uma grande diferença no entendimento do conteúdo que está sendo trabalhado. Esse fenômeno discutido nessa perspectiva passa a ser o grande diferencial em relação ao que se trabalha no ensino médio, de modo que o próprio aluno pode calcular matematicamente a ordem da energia. E, assim, tanto o professor como o aluno podem perceber que a forma como está sendo trabalhada a química quântica no ensino*

> *médio, está produzindo conhecimento químico cientificamente inútil.* (PUTED-2, ago/2005).

Essa questão concernente ao diferencial das tecnologias digitais em relação à prática pedagógica convencional da Química nos remete a outros exemplos, diferentemente dos referidos anteriormente. Na compreensão de alguns professores como o Puted-2, nos livros didáticos de Química, a tabela de logaritmo para facilitar a busca do antilogaritmo para calcular o pH e o pOH, era página obrigatória. O procedimento ocorria da seguinte forma: entrava-se com os valores que iriam ser multiplicados na tabela, transformava-se essa multiplicação numa soma, em seguida, retornava-se à tabela e procurava-se o antilogaritimo; era essa a tecnologia utilizada. Hoje uma calculadora faz tudo isso, numa operação simples. Logo, essa antiga forma ficou obsoleta. Não faz mais sentido um livro didático trazer uma tabela de logaritmos. Da mesma forma, analogamente, poderíamos exprimir a mesma coisa com o uso do diagrama de *Pauling,* seja no Ensino Médio ou mesmo na universidade. Isso porque existem programas computacionais, como o "*PC Spartan*", que podem calcular esses valores das energias. Assim, torna-se importante perceber que o ensino de Química mediado por esta ferramenta possibilita ao professor calcular os valores das energias; logo, não precisa mais se preocupar com a ordem das energias.

(b) Na categoria simulação de experimentos virtuais, os professores apontam que as tecnologias digitais possibilitam desenvolver atividades que, numa situação convencional de laboratório ou de sala de aula, na prática, seria quase impossível, por exemplo: vibrações de ligações químicas, comprimento de onda no infravermelho e montagem de estrutura molecular tridimensional. Então, certamente, estas nuanças se apontam como o diferencial, como uma mudança na forma de tratar o objeto do conhecimento, mediante a utilização dessas tecnologias no espaço escolar. Isso pode ser visto na resposta de Puted-1:

> *Existe software de simulação que permite ao aluno estudar a vibração de ligações químicas, de modo que ele simula a região e o pico característico daquele tipo de vibração, o comprimento de onda no infravermelho, consequentemente, o tipo de molécula que se quer*

> *formar. Logo, entendo que facilita ao aluno compreender o fenômeno químico de forma mais próxima da realidade, superando a dimensão extremamente abstrata da química que ainda vigora muito forte no ensino.*

Outro professor aponta que a Química é bastante beneficiada, uma vez que as 'tecnologias digitais possibilitam a simulação de experimentos virtuais capazes de reduzir custos, tempo e riscos ao professor no ato da execução'.(PUTED-4). A Química, por ser uma ciência eminentemente experimental, amplia suas possibilidades para que o professor possa avaliar fenômenos impossíveis de efetuação, numa circunstância normal de laboratório. Assim, o experimento virtual passa a ser concebido pelo professor como fator de motivação e desafio para melhor desvendar o objeto do conhecimento químico.

(c) O acesso às tecnologias digitais possibilita maior velocidade, quantidade e dinamismo na busca de informações e conhecimento. A importância dessa ferramenta tecnológica se configura como fator de mudança no ensino/aprendizagem. O discurso do Puted-4 aponta contribuições das tecnologias digitais para o ensino.

> *As tecnologias digitais contribuem de várias maneiras para instituir a melhoria do ensino. Primeiro, porque é uma motivação a mais para o estudante, ter acesso às tecnologias digitais na sala de aula, tanto concernente à velocidade de busca das informações, como a quantidade e a dinamicidade. Segundo, porque o universo de informações e conhecimento que o aluno adquire mediante banco de dados torna essa ferramenta poderosíssima do ponto de vista pedagógico. Terceiro, porque as tecnologias digitais possibilitam a simulação de experimentos virtuais capazes de reduzir custos, tempo e riscos ao professor no ato da execução da atividade acadêmica.*

O relato desse professor discorre sobre as três subcategorias tratadas anteriormente. Destaca o fato de que a importância das tecnologias digitais ocorre quando a utiliza para acessar *sites* especializados e *sites* de universidades públicas reconhecidas academicamente pela sua produção científica, o que tende a contribuir de forma significativa na melhoria do conteúdo a ser trabalhado no espaço escolar.

O discurso dos professores que expressam tal compreensão está imerso na categorização totalizada na tabela 13.

Tabela 13 – Categorização *versus* freqüência mencionada pelo professor.

CATEGORIA	FREQUÊNCIA
1. facilitam o processo ensino/aprendizagem;	4
2. possibilitam a simulação de experimentos virtuais;	3
3. possibilitam maior velocidade, quantidade e dinamicidade na busca de informações e conhecimento.	3

Obs. Categorias não excludentes.

A tabela sintetiza a categorização concernente ao questionamento feito acerca da contribuição das tecnologias digitais para a melhoria do ensino de Química. O que fica patenteado no plano do discurso dos professores pesquisados é que, dependendo da forma como se utilizam metodologicamente, as tecnologias digitais *internet e software* educativo melhoram significativamente a aprendizagem do aluno, porque elas vêm suprir algumas deficiências e lacunas que temos em termos de estrutura laboratorial, possibilitando ao aluno uma compreensão mais ampliada acerca do objeto do conhecimento químico.

Assim, *softwares* que simulam reações químicas, titulações, desenhos geométricos de moléculas e outros fenômenos diversos se configuram como ferramentas que auxiliam os alunos na visualização dos fenômenos químicos, facilitando, assim, o aprendizado da Ciência Química. Precisamos, contudo, compreender que as tecnologias digitais, por si, não contribuem linearmente para a melhoria do ensino de Química, mas a forma de utilização dessa ferramenta no espaço escolar, agregada à fundamentação teórica do professor e ao engajamento do aluno no ato pedagógico, propicia a contribuição no sentido da melhoria e da mudança no processo educativo.

Vale ressaltar que a busca do conhecimento, mediado pela utilização de tecnologias digitais, cujo pressuposto básico seja buscar a consistência acadêmica, passa necessariamente pelo critério de seleção de *sites e software,* objetivando a obtenção de conteúdos confiáveis

cientificamente. Nesse sentido, vejamos a seguir o discurso de alguns professores que responderam aos questionamentos da pesquisa versados sobre os critérios de seleção para uso das tecnologias digitais no ensino de Química.

6.2. Critérios para selecionar *software e sites* de Química

Em princípio, queremos ressaltar que o discurso dos professores pesquisados aponta para a direção de uma evolução tecnológica na área de *software* educativo, o que possibilita ao professor e ao aluno muitos avanços de importância significativa como, por exemplo, a simulação de experimentos virtuais com rejeitos de reações nucleares que, numa situação normal de sala de aula, seria quase impossível na prática.

Além disso, a utilização dessa ferramenta tecnológica no espaço escolar avançou substancialmente no ensino/aprendizagem e contribui no sentido de possibilitar a produção de um conhecimento que passa a ser discutido em sala de aula de forma dinâmica e interativa, tornando a atividade de ensino/aprendizagem extremamente benéfica ao aluno e ao professor justificando, assim, os cuidados que se deve ter na seleção da ferramenta tecnológica, haja vista a qualidade duvidosa de alguns desses produtos dispostos no mercado. O discurso dos professores usuários dessas tecnologias digitais que expressam similaridade em suas respostas caracterizam as subcategorias.

Após análise das respostas proferidas pelos professores pesquisados (PUTED-1,2,3,4), constatamos as seguintes subcategorias: (a) a autonomia acadêmica do aluno; (b) o direcionamento dos alunos para *sites* especializados, prioritariamente: *sites* oficiais, *sites* de autores com reconhecida produção acadêmica, e (c) *software* gratuito; (d) qualidade do *software*.

(a) na subcategoria, a autonomia acadêmica, o aluno situa-se em conflito consigo mesmo, na medida em que o professor o deixa livre para buscar as informações na rede, objetivando estimular o seu crescimento acadêmico e sua autonomia intelectual.

Na compreensão do Puted-1, por exemplo, o critério de seleção utilizado pelo professor para trabalhar *sites e software* no espaço escolar como fonte de busca de conhecimento ocorre mediante vários encaminhamentos. Diz ele:

> *Quando trabalho determinado conteúdo específico de química, já de imediato, direciono os alunos para os sites especializados que responderão às demandas. No entanto, quando é uma pesquisa mais ampla, de modo que se pretenda fazer com que o aluno por si só consiga buscar as informações e conhecimentos, nesse caso, entendemos ser viável deixar o aluno livre para buscar o maior número de fontes possíveis, cujo objetivo é possibilitar a construção da autonomia acadêmica do aluno.*

Esse discurso expressa que a busca de informações na rede trabalhada de forma livre de critério, sem direcionamento, para *sites* especializados, é sem dúvida uma das questões polêmicas no trato do uso das tecnologias digitais no espaço escolar. A abertura indiscriminada e aleatória para que o aluno tenha acesso a fontes de buscas de conhecimento na rede é um risco, porque este nem sempre tem a maturidade acadêmica suficiente para filtrar as inconsistências teóricas disponibilizados na rede.

Isso certamente suscitará erros conceituais e incongruências acadêmicas nas produções sugeridas como atividade de sala de aula. A autonomia acadêmica, no entanto, sugere a ocorrência de riscos dessa natureza. Quando se tratar de pesquisa tangente a conhecimento específico de Química, por exemplo, cálculos estequiométricos, balanceamento de equações e reações Químicas torna-se procedente direcionar os alunos para *sites* especializados, pois a possibilidade da produção teórica adquirida ser de qualidade consistente é muito maior.

Outros professores apontam que o não-emprego de critérios, deixando a cargo dos alunos fazerem seleção, constitui ponto nevrálgico a ser captado nesse discurso, visto que há procedência em situar o aluno conflitando consigo mesmo para que ele possa crescer academicamente e fortalecer a autonomia intelectual, de modo que possa verificar o nível da informação adquirida na rede, estabelecendo confronto com as informações adquiridas noutras fontes bibliográficas, como livro didático, de modo que se verifique a

validade do conteúdo adquirido no texto. A seguir, veremos a subcategoria que trata sobre *sites* especializados.

(b) O direcionamento dos alunos para *sites* especializados é uma subcategoria que emerge do discurso dos professores e põe em relevo o nível de aprofundamento do conteúdo químico, a linguagem e a abordagem versada no *site*. Essa busca de *sites* na *internet*, pelo aluno, para adquirir informação e conhecimento, passa necessariamente pela assunção de alguns cuidados ou critérios a serem tomados, segundo o Puted-1, em observância; os seguintes elementos:

> *(a) quem são os autores das páginas; (b) se são páginas de universidades reconhecidas pela qualidade acadêmica; (c) se tem uso corrente do produto da página acerca daquele conteúdo pesquisado, enfim, avaliar a procedência da página a ser pesquisada. Na realidade, entendemos que o ponto de estrangulamento da busca nos sites ocorre quando o professor não estabelece critérios para selecionar os sites a serem visitados, consequentemente, encontram dificuldades, seja pela qualidade duvidosa do produto adquirido na rede, seja pela dificuldade de acesso aos sites especializados, quando não existe a orientação por parte do professor.*

Esse posicionamento do professor sublinha como ponto fundamental os cuidados que se deve ter com a procedência na aquisição de informações e conhecimento na rede, quando se tratar de *site* especializados. Na ausência de critérios de seleção de *sites,* o aluno, ao navegar, precisa suplantar as dificuldades encontradas para adquirir autonomia acadêmica, conseqüentemente, conhecimento mais confiável. A importância referida aos cuidados que se deve ter para selecionar fontes de busca de informações e conhecimento procede na medida em que é utilizada para auxiliar o professor em sala de aula. Para o Puted-3,

> *Torna-se necessário selecionar a fonte de busca para evitar transtornos desagradáveis. Vejo, muitas vezes, que os alunos não têm esse critério de seleção, o que eles encontram de imediato, já colocam nos trabalhos. Por isso, em algumas atividades desenvolvidas no espaço escolar, os alunos reproduzem literalmente em seus trabalhos: erros conceituais*, *informações e conhecimentos inconsistentes.*

Vale ressaltar que a reprodução literal de conteúdos absorvidos da *internet*, do livro-texto ou qualquer outra fonte de busca institui, dentre outros fatores, várias complicações, como: (a) a institucionalização do plágio como prática corrente da produção acadêmica; (b) a reprodução de erros conceituais como 'verdades' inquestionáveis, prevalecendo na compreensão do aluno a idéia de que o texto referenciado prescinde das discussões e análises acerca da consistência acadêmica.

Esse fator da reprodução literal cria incongruências acadêmicas, cujo ponto de estrangulamento traz como conseqüência a degradação ética do sujeito, causada pela apropriação indevida de conteúdos alheios como se propriedade sua fosse, caracterizando o plágio; além disso, ocorre a inconsistência na produção científica causada pela reprodução de erros conceituais absorvidos literalmente. Assim, podemos evidenciar que as tecnologias digitais têm seu lado importante, positivo, mas também deixam emergir seu lado "mau" que às vezes ofusca a dimensão positiva dessa ferramenta.

(c) A estratégia estabelecida pelo professor para procurar *softwares* gratuitos capazes de dar conta do conteúdo a ser trabalhado no espaço escolar e distribuir aos alunos é uma outra categoria que emerge do discurso do professor. Após uma explicação para aquisição de domínio técnico da ferramenta, os usuários dessa tecnologia digital no ensino de Química orientam estrategicamente seus alunos a desenvolverem atividades para conferir domínio e precisão. Esta subcategoria referida agrega o pensamento de vários professores acerca da questão apreciada. Dentre outros, os discursos a seguir resumem de forma categórica essa análise. Na compreensão do Puted-2, por exemplo:

> *Um dos critérios que eu utilizo é procurar o que existe de programas gratuitos que contenha conteúdo capaz de dar conta da temática a ser trabalhado em sala de aula. Em seguida, seleciono observando o nível de aprofundamento teórico do conteúdo químico, a linguagem, a abordagem versado no software.*

Esse posicionamento do professor, tendo a gratuidade do *software* como critério de seleção, proporciona acessibilidade ao aluno, entretanto, torna-se perigoso, na medida em que o professor compreenda que esse seja o critério único de seleção da ferramenta, prescindindo de uma avaliação mais criteriosa. Para algumas áreas específicas, como a Mecânica Quântica, a Físico-Química e a Estequiometria, são empregados *softwares* de qualidade, oriundos de instituições públicas, como universidades e fundações.

(d) A subcategoria qualidade do *software* emerge dos discursos dos professores em alguns momentos da pesquisa, nas entrevistas, no espaço escolar, sobretudo, quando a referência ressalta o *software* como ferramenta que suprime o aparato matemático para trabalhar a Mecânica Quântica. O ensino da Quântica, por exemplo, é uma das áreas que não se admite mais ser trabalhada utilizando somente o aparato matemático. Na compreensão do Puted-2,

> *Não podemos mais reduzir o fenômeno quântico, utilizando modelo matemático, como se existisse apenas o átomo de hidrogênio. Na química, temos condições de avançar muito se utilizarmos de forma adequada, softwares especializados. Por exemplo, o "PC Spartam" é um software pago, adquirido pelo departamento de química, em que destacamos: (a) boa qualidade; (b) boa interface. Os alunos podem visualizar e simular muitos fenômenos que trabalhamos na dimensão teórica. Então, hoje é uma conjugação entre a aula teórica e o trabalho desenvolvido por alunos usando programas dessa natureza.*

A utilização de tecnologias digitais, sobretudo *software* especializados, em áreas teóricas da Química, como a Quântica, a Fisico-Química e a Estequiometria crescem significativamente no ensino de Química. Dois fatores podem contribuir para este fenômeno: um deles é por causa da eficácia e comodidade que o *software* específico poderá proporcionar para que se efetue a resolução de atividades educativas que, numa situação normal de laboratório ou de sala de aula, criaria enorme grau de dificuldade. O outro passa pelos caracteres do tempo, velocidade, dinâmica e custos, quando se tratar de experimentos virtuais, cuja prática laboratorial torna-se

financeiramente inviável, por exemplo, experimento de reações nucleares, plataforma de petróleo etc.

A subcategoria que versa sobre a qualidade do *software* contendo apelo comercial se constitui fundamentalmente como uma das preocupações dos professores pesquisados, que compreendem as inovações tecnológicas como vetor de mudança. Assim, a avaliação criteriosa para usar *sites* especializados e *softwares* no ensino de Química toma contorno de importância significativa. Neste sentido, o entendimento do professor Puted-4, caminha na direção de que

> *Certamente existem softwares que têm um apelo comercial muito forte, outros que enfatizam o enfeite, o deslumbre. Por isso, temos que seleciona-los para utilizá-los adequadamente. Os softwares que tratam de questões referentes a simulações são muito próximos da realidade, então o que se vê quando se utiliza esses softwares é realmente o que se veria na prática de laboratório.*

A produção e posterior qualidade do produto tecnológico a ser utilizado no ensino de Química ou de qualquer outra área é de responsabilidade da Engenharia de *Software*, o que nem sempre vem acompanhado de cuidados nas dimensões pedagógicas, psicológicas, político-social e ética, razão por que os cuidados na avaliação e seleção dessa tecnologia a ser inserida no espaço da sala de aula, concernente aos erros conceituais, objetivando retratar a realidade, devem chegar à exaustão.

A tabela 14 apresenta a freqüência de citação de cada categoria.

Tabela 14 – Frequência dos critérios de seleção de software e sites específicos versus frequência mencionada pelo professor.

CRITÉRIO	FREQÜÊNCIA
Construção da autonomia acadêmica do aluno;	4
Sites especializados;	4
Software gratuitos;	1
Qualidade do software.	2

Obs. Categorias não excludentes.

Um olhar atento sobre a tabela 14 nos remete a um entendimento de que duas categorias se destacam pela freqüência de uso pelo professor: (1) a autonomia acadêmica e (2) *sites* especializados. Estas duas categorias citadas refletem essencialmente o discurso do professor diluído em toda a extensão deste trabalho. Para a categoria (3) embora tendo uma baixa freqüência de uso, se torna importante seu destaque porque democratiza o acesso e permite avaliar, por ser gratuito, o nível de aprofundamento teórico da ferramenta. A categoria (4) tem uma frequência intermediária e sua importância é destacada porque a qualidade do *software* usado no espaço escolar suscita a consolidação dos usuários dessa ferramenta e aquisição de novos adeptos em busca de opções incrementadas na prática pedagógica. A seguir, veremos a busca do conhecimento, mediado pela utilização de tecnologias digitais *sites* e *softwares* no ensino de Química.

6.2.1 A Utilização de *Sites e Softwares* no Ensino de Química

Essa categoria resulta do discurso dos professores pesquisados sobre a utilização de *sites e softwares* no espaço escolar, concebidos neste trabalho como ferramenta pedagógica. Nela discutimos fundamentalmente sobre as estratégias metodológicas de uso das tecnologias digitais como ferramentas da prática pedagógica de Química.

O discurso ora referido emerge das respostas emitidas pelos professores, com esteio nas quais foram produzidas as subcategorias que serão desenvolvidas a seguir: estratégias metodológicas para trabalhar *sites e softwares* educativos em sala de aula; pontos negativos da utilização de *sites e softwares* na prática pedagógica e resistência de professores ao uso das tecnologias digitais no ensino de Química.

6.2.2 Estratégia Metodológica para Trabalhar *Sites e Software* Educativo em Sala de Aula

A estratégia metodológica concebida pelo professor para trabalhar *sites e softwares* no espaço escolar constitui uma das questões fundamentais para que entendamos as tecnologias digitais como fator de mudança ou simplesmente como condutoras à consolidação de uma lógica reprodutivista expressa sob nova roupagem tecnológica.

O relato dos professores pesquisados que utilizam tecnologias digitais no espaço escolar verbaliza a forma como a ferramenta pedagógica é trabalhada em cada experiência. Por exemplo, o discurso do Puted-1 expressa resumidamente esses passos estratégicos, os quais ocorrem da seguinte forma:

> *Inicialmente, faço uma discussão teórica com os alunos acerca do conteúdo a ser tratado no software. Em seguida, mostro em sala de aula como utilizar o software, de modo que nessa atividade o objetivo é dissecar totalmente a ferramenta para dirimir todas as dúvidas acerca da utilização técnica do software. Posteriormente, estabeleço as atividades a serem desenvolvidas pela ferramenta pedagógica. A atividade piloto é feita de forma coletiva, em seguida, fazemos as atividades individuais e obrigatórias.*

Esse posicionamento dos professores pesquisados, usuários de tecnologias digitais aponta para a compreensão de que a importância da ferramenta está na forma da utilização em sala de aula e a forma depende da estratégia metodológica impelida para conduzir a atividade. Desse modo, o Puted-2 compreende que a estratégia deve ocorrer da seguinte forma:

> *(a) após trabalhar a parte teórica relativa ao conteúdo específico, faço a apresentação do programa; suas possibilidades e potencialidades; (b) a seguir, de forma monitorada, coloco uma atividade para os alunos desenvolverem no software; (c) a partir daí, coloco eles para resolverem sozinhas, sem monitoramento, as mesmas atividades, objetivando conferir segurança, manuseio e domínio da ferramenta utilizada. Como desafio, coloco os alunos para desenvolverem atividades diferentes, de modo que sejam capazes de efetuarem cálculo de moléculas e fazerem as devidas interpretações, materializado sob a forma de relatórios.*

Além dos passos estratégicos que caracterizam o percurso metodológico estabelecido pelo professor para viabilizar a inserção das tecnologias digitais na sala de aula, podemos sublinhar como de importância substantiva o uso do *software* como exercício para finalizar as atividades do professor em sala de aula. Para isso, são incentivados a fazer cálculos

probabilísticos de natureza quântica, de cunho nuclear, de ordem estrutural da matéria, concernente aos ângulos, tamanho e força de ligações químicas, bem como interpretar quimicamente a matematização imersa nos eventos do fenômeno químico, quais sejam: os cálculos estequiométricos, as quantidades de ligações, de ângulos, consequentemente, para que possam angariar consistência teórica na feitura do texto.

Outros professores trabalham as estratégias metodológicas de utilização do *software* de forma diferente. Por exemplo, o professor pesquisado Puted-4 utiliza sua estratégia da seguinte forma: faz-se a preparação técnica para manuseio da ferramenta pedagógica, de dois alunos (no máximo três alunos) em cada turma, de modo que tenha efeito multiplicador. É uma espécie de monitor, isto é, passa a ser um agente multiplicador de informações para os demais alunos, Assim tornam-se sujeitos colaboradores do ato educativo. Essa estratégia é temerária, do ponto de vista da qualidade do resultado a ser obtido, visto que depende diretamente do grau de comprometimento coletivo desencadeado pelos sujeitos inserido no processo.

O professor pesquisado faz menção e admite em seu discurso que a qualidade dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos utilizando o mesmo conteúdo e a mesma ferramenta, porém em semestres e alunos diferentes, obtém resultados qualitativamente diversas. Neste sentido, evidenciamos, por meio do discurso do professor, que a estratégia metodológica e o grau de comprometimento do aluno na discussão do objeto do conhecimento químico se configuram como ponto fundamental na estratégia de utilização de *software* educativo e *sites* específicos aplicados ao ensino/aprendizagem.

O professor pesquisado Puted-3 utiliza sua estratégia metodológica da seguinte maneira: (a) primeiramente, peço aos alunos que tomem conhecimento, quanto à parte técnica e de funcionamento do *software*; (b) em seguida, peço-lhes que façam os questionamentos gerais e específicos, acerca do funcionamento e do conteúdo específico tratado no software; (c) estimulo os alunos, sob forma de piloto, a montarem listas para verificar exercícios do conteúdo específico versado no *software*; (d) recomendo que busquem informações em livros ou páginas de internet que tratem do assunto, para que possam estabelecer o confronto, verificando ou não inconsistência teórica e erros conceituais e, por fim, peço-lhes que elaborem um texto acadêmico

acerca da matéria versada. Assim, de certa forma, esses alunos se instrumentalizam e se abastecem de informações e conhecimentos acerca da ferramenta, destacando: pontos positivos e negativos, de modo que os alunos fiquem orientados a efetuar a atividade sugerida pelo professor, e, por conseguinte, utilizem adequadamente um determinado *site* ou *software* educativo. Assim, veremos resumidamente as estratégias metodológicas que emergem dos discursos dos professores.

Estratégias metodológicas evidenciadas nos discursos dos professores.

Centrada no professor e no conteúdo (Puted 1 e Puted 2)	Centrada nos alunos (Puted 3 e Puted 4)
. Exposição inicial pelo professor;	.Exploração de software pelos alunos;
.Exploração do software guiado pelo professor;	.Alunos como multiplicador (aproxima-os do papel de professor)
.Uso do software como exercício, ou seja, posterior à exposição teórica;	.A discussão teórica é direcionada pela exploração do software e não o inverso

Desta forma, o que fica patenteado no plano do discurso dos professores pesquisados é a existência de duas estratégias: (a) centrada no professor e no conteúdo e (b) centrada nos alunos.

A despeito do evento referente aos pontos negativos concernentes à utilização de *sites e softwares* no ato educativo, analisaremos com a devida acuidade o discurso dos professores acerca de matéria apreciada fruto do questionamento que se segue.

(a) Quais os Pontos Positivos e Negativos Você Citaria quando se Utiliza *Sites e Softwares* na prática pedagógica?

A análise do discurso dos professores pesquisados acerca da questão concernente aos pontos positivos e negativos na utilização de *sites e software* no ensino de Química possibilitou detectar as subcategorias que se seguem. A estratégia que utilizamos para buscar as informações referentes a esse questionamento se expressa colocando separadamente o que há de comum, concebido como subcategoria, em cada ponto positivo e negativo. Assim, destacamos as seguintes subcategorias que emergem do discurso dos professores referentes aos pontos negativos, quais sejam: (a) a dificuldade dos

alunos, em termos de conhecimento, para navegar na grande rede desmotiva e afasta o aluno dessa atividade e (b) a falta de acesso contínuo à rede de Informática torna-se elemento complicador dessa utilização, visto que o manuseio da ferramenta tecnológica depende de experimentação, maturação e vivência para alcançar o êxito planejado.

A despeito dessa questão concernente à consistência teórica do professor para trabalhar as tecnologias digitais no espaço escolar, o Puted-2, *ago/2005,* compreende que:

> *O programa por si só não auxilia o professor e o aluno na tarefa de ensinar e aprender, também, por si só, não representa avanço no sentido de melhoria da qualidade do ensino; o fator diferencial é a forma como o professor deve trabalhar metodologicamente a ferramenta na sala de aula.*

Esse posicionamento converge para um ponto fundamental acerca do entendimento sobre o uso adequado das tecnologias digitais no espaço escolar, porquanto, o que fica patenteado no plano discurso do professor, ratificado por alguns referenciais teóricos que veremos posteriormente, é que não basta ter acesso à parafernália tecnológica para que tenhamos qualidade no ensino de Química. Compreendemos que o nível de complexidade para obtenção da qualidade referida é muito mais amplo e passa necessariamente por uma diversidade de fatores teórico-metodológicos preponderantes, quais sejam: (a) consistência teórica do professor para tratar o objeto do ensino; (b) grau de comprometimento do aluno concernente ao processo de ensino/aprendizagem; (c) qualidade técnica e consistência teórica do produto tecnológico trabalhado no espaço escolar e (d) estratégias metodológicas utilizadas para adquirir êxito na atividade planejada e executada.

As subcategorias “a” e “b” constituem dimensão externa e geral, concernente à formação acadêmica do professor para fazer uso das tecnologias digitais no espaço escolar. As subcategorias “c” e “d” são internas e específicas, direcionadas para o ato pedagógico, visto que ressaltam os erros conceituais e inconsistência teórica de conteúdos específicos contidos em

alguns *softwares,* bem como a falta de domínio teórico do professor para trabalhar o conteúdo imerso no *software*.

Assim, a conjunção dos diversos fatores surgidos do discurso dos professores pesquisados, os quais, agregados por semelhança, produzem as subcategorias referentes à dimensão ponto negativo no uso das tecnologias digitais no ensino de Química. Da mesma forma, surge do discurso dos professores pesquisados a subcategoria, cognominada plágio na produção acadêmica. Na compreensão do Puted-4,

> *O plágio no espaço escolar, instituído pelo aluno, mediante pesquisa na rede, em que a produção se resume a corte e colagem, isto é, o aluno ao invés de pesquisar para referenciar, simplesmente pega trechos contidos em textos na Internet e copia, essa é uma desvantagem, é um mau uso dessa tecnologia. (ago/2005).*

O fenômeno plágio no espaço acadêmico se refere ao fato de algumas produções científicas serem copiadas de outras fontes, desqualificando essa busca como referenciais incorporando em seu trabalho como sua produção. Esse fenômeno é tratado pelo professor pesquisado em seu discurso como uma das questões mais preocupantes a ser dirimida no trato da questão pedagógica, visto que se tem conhecimento dessa prática ilícita, porém, entendemos que esse mau uso das tecnologias não ofusca os diversos pontos positivos surgidos das falas dos professores pesquisados.

Desta forma, analisamos também o discurso dos professores concernente aos pontos positivos sobre o uso das tecnologias digitais no ensino de Química. Inicialmente, evidenciamos as subcategorias por semelhança versada no discurso dos professores, a saber: (a) a utilização de *softwares e sites* no espaço escolar permite ao professor incorporar as vantagens da visão clássica sobre o conteúdo, além de trazer novidades próprias que permitam uma interface com o computador para melhorar o aprendizado do aluno; (b) as tecnologias funcionam como ferramentas que motivam o aluno na busca do conhecimento, dependendo da forma de utilização; (c) o volume de informações que se consegue na Internet, mediante *sites* especializados, o qual seria difícil acessar de outra forma. Essas

subcategorias mencionadas, produto do pensamento dos professores acerca da questão referente, dá pistas sobre o posicionamento crítico do professor na direção da aceitação das tecnologias digitais como ferramenta pedagógica inserida no ensino de Química.

A perspectiva apontada para a inserção da dinâmica, velocidade e quantidade de informações suscita a possibilidade de mudança na prática pedagógica de Química. O ponto fundamental para a implementação dessa mudança revela-se na intimidade das estratégias metodológicas impelidas pelo professor para trabalhar as tecnologias digitais na sala de aula.

A tabela 15 mostra resumidamente o discurso dos professores que expressam a compreensão imersa na categorização totalizada acerca dos pontos positivos e negativos concernentes ao uso de *sites e softwares* no ensino de Química, como veremos, a seguir:

Tabela 15 – Categorizações resultantes do discurso dos professores relativos aos pontos positivos e negativos acerca do uso de *softwares e sites* específicos versus freqüência mencionada.

PONTOS POSITIVOS QUANTO AO USO DE *SOFTWARE E SITES*	
Utilização de *softwares e sites* no espaço escolar permitem ao professor incorporar as vantagens da visão clássica sobre o conteúdo, além de trazer novidades próprias que permitam uma interface com o computador para melhorar o aprendizado do aluno;	3
As tecnologias funcionam como ferramentas que motivam o aluno na busca do conhecimento, dependendo da forma de utilização;	4
O volume de informações que se consegue na Internet, mediante sites especializados, o qual seria difícil acessar de outra forma.	4
PONTOS NEGATIVOS. (Categorias Externas e Gerais)	
Dificuldade dos alunos, em termos de conhecimento, para navegarem na grande rede, desmotiva e afasta o aluno dessa atividade;	3
Falta de acesso contínuo à rede de informática, torna-se um elemento complicador dessa utilização, visto que o manuseio da ferramenta tecnológica depende de experimentação, de maturação e vivência para alcançar o êxito planejado;	4

(Categorias Internas e Específicas)	
Erros conceituais e inconsistência teórica de conteúdos específicos contido em alguns softwares;	2
Falta de domínio teórico do professor para trabalhar o conteúdo imerso no software.	3

Fonte: pesquisa direta.

Obs. Categorias não excludentes.

A condensação do discurso dos professores nesta tabela demonstrativo, sob a forma de categorização, nos possibilita perceber a idéia do todo, de totalização, como uma conjunção integrativa das partes, em que os pontos positivos categorizados apontam para vantagens concernentes à acessibilidade de informações, permitindo interface com o computador, vislumbrando a melhoria do aprendizado do aluno. Além disso, a compreensão dos professores aponta para a direção do uso das tecnologias digitais como ferramentas que motivam o aluno na busca do conhecimento. Os pontos negativos se expressam mediada categorização que ressalta, de forma geral, a dificuldade técnica do professor para trabalhar *software* educativo e navegar na grande rede. Outra dificuldade externada no discurso do professor, a qual contempla um caráter de ordem interna e específica do produto tecnológico, versa sobre erros conceituais e inconsistência teórica de conteúdos contidos em *softwares e sites* utilizados como ferramentas pedagógicas.

Essa questão nos remete à posição reflexiva de alguns professores pesquisados, quando apontam outra categoria em seus discursos, a qual versa sobre o confrontamento da qualidade do produto das diversas instituições de ensino universitários, disponibilizado na rede, de modo que permita estabelecer diferenciações entre o que o aluno está produzindo em seu curso e o que está sendo feito nos cursos de outras universidades. Esta possibilidade, mediada pelas tecnologias digitais, pelo acesso a *sites* de universidades brasileiras e do Exterior, possibilitando a aquisição de novos conhecimentos oriundos de pesquisas realizadas por estas instituições de ensino, de modo que facilita o surgimento de novas idéias e informações, as quais, na ausência dessas tecnologias, dificilmente se tornariam possíveis na mesma velocidade e interação.

Assim sendo, a velocidade a disseminação e produção do conhecimento científico, mediado pelo uso da internet, nos possibilita o encurtamento de espaço e tempo concernente à busca de conhecimento científico, em que se torna possível verificar diferenciações e similaridades de pontos de vistas dos diversos autores pesquisados, além do aprofundamento teórico versado em cada produção. Esse entendimento, no entanto, não se constitui unanimidade entre os professores, haja vista o posicionamento de repulsa e resistência de alguns pesquisados quanto ao uso das tecnologias digitais no ensino de Química, como veremos no questionamento a seguir.

(b) Há Resistência de Professores quanto ao Uso de Tecnologias Digitais no Ensino de Química?

Essa questão é determinante para entender o grau de aceitação e envolvimento dos professores no que concerne ao uso das tecnologias digitais no ensino de Química. Após análise do discurso dos professores pesquisados, constatamos vários pontos convergentes, cognominados subcategoria por semelhança. Dentre elas, destacamos o fato de que a resistência dos professores ocorre mediante: (a) falta de acesso e domínio técnico para utilização da ferramenta; (b) medo do desconhecido, medo da possibilidade da mudança na forma e no conteúdo; (c) falta de infra-estrutura da instituição onde exerce sua atividade profissional e (d) acomodação ao que está posto como forma de resistência.

A resistência de parte significativa dos professores acerca do uso das tecnologias digitais no ensino de Química ocorre por causa de uma série de fatores, dentre eles: porque não busca se qualificar para atender a essa demanda, alegando que as tecnologias no ensino não potencializam mudanças. O que na verdade ocorre é uma nova roupagem para a exposição de um velho discurso. Outros professores resistem pelo simples medo do desconhecido. O professor usuário de tecnologias digitais Puted-2 fica no meio-termo. Diz ele:

> *Não sou cético, mas também não sou ufanista. Primeiro, eu penso que se existe as tecnologias, a serem aplicadas na área do ensino, elas foram desenvolvidas com base numa teoria que busca dar conta do conhecimento específico da química agregado ao conhecimento pedagógico, cujo objetivo é facilitar e contribuir para o processo ensino/aprendizagem, então, temos que aproveitar, de forma crítica, o máximo possível em nossa prática pedagógica. Por outro lado, não sou ufanista, minha animação é contida, não sou partidário daqueles que acreditam nas novas tecnologias como o supra-sumo ou a redentora dos problemas do processo ensino/aprendizagem (ago/2005).*

A posição crítica de cada professor acerca da utilização das tecnologias digitais no espaço escolar deve ocorrer conciliando a prática cotidiana do professor à incorporação tecnológica de forma maturada. Trocar uma prática já consolidada por outra, sem maturação, somente pelo fato de ser inovação, é antes de tudo um equívoco. Rejeitar cegamente, no entanto, as tecnologias digitais simplesmente porque não gosta de mudança é um erro incomensurável. Nem o ceticismo, nem o ufanismo. O que se releva é a incorporação tecnológica.

Uma das formas de resistência mais contundentes evidenciada no discurso dos professores em relação ao uso das tecnologias digitais é o receio do desconhecido. Na atualidade, há ainda professores que digitam texto em máquina de escrever. Isso é marca inequívoca do receio do novo. Parte desses professores teme não conseguir dominar a tecnologia, por isso, prefere se acomodar com a forma tradicional de trabalhar a prática pedagógica. A seguir, veremos uma demonstração que condensa os discursos dos professores pesquisados, sob a forma de categorização, a qual contempla a resistência docente quanto ao uso das tecnologias digitais no ensino de Química.

Tabela 16 – Categorizações resultantes do discurso dos professores acerca da resistência quanto ao uso das tecnologias digitais no ensino de Química.

Falta de acesso e domínio técnico para utilização da ferramenta;	3
Medo do desconhecido, medo da possibilidade da mudança na forma e no conteúdo;	2
Falta de infra-estrutura da instituição onde exerce sua atividade profissional;	2
Acomodação ao que está posto como forma de resistência.	1

Fonte: Pesquisa direta no campo.
Obs. Categorias não excludentes.

As falas dos professores pesquisados pertinentes ao uso das tecnologias digitais e sua importância na busca de informações e conhecimento na rede, bem como as questões relativas ao critério de seleção de *software e sites* específicos de Química, aos pontos positivos e negativos e a resistência dos professores quanto ao uso dessas ferramentas apontam para o entendimento de que as tecnologias digitais auxiliam o professor na perspectiva de facilitar o ensino/aprendizagem, pois possibilitam maior velocidade, quantidade e dinâmica na busca de informações e conhecimento, sobretudo, no que respeita à simulação de experimentos virtuais capazes de reduzir custos, tempo e riscos ao professor no ato da execução.

As tecnologias digitais, segundo os professores pesquisados, funcionam como ferramentas que motivam o aluno na busca do conhecimento, dependendo da forma de utilização, e permitem uma interface com o computador capaz de melhorar o aprendizado. Outro ponto positivo é que o volume de informações que se consegue na Internet, bem como mediante *softwares* especializados, dificilmente se conseguiria acessar de outra forma.

Vale ressaltar também nesta reflexão que as condições criadas para favorecer a autonomia acadêmica do aluno, mediante uso das tecnologias digitais, de acordo com o discurso dos professores, passam necessariamente pelas restrições quanto à abertura para a busca de conhecimento na rede, visto que uma grande quantidade de produções acadêmicas de qualidade duvidosa

habita a grande rede, por isso, a preocupação conseqüente dos professores em direcionar os alunos para *softwares* educativos e *sites* especializados, prioritariamente: sites oficiais e sites de autores com reconhecida produção acadêmica.

Para ilustrar com exemplo, destacamos o discurso do professor Puted-4, o qual ressalta o aspecto positivo do *software* de simulação. Para ele,

> *A utilização de software de simulação, por exemplo, reações de craqueamento de petróleo, nos possibilitam verificar as diversas frações: gás, gasolina, querosene, óleo diesel, etc., sem riscos com a saúde física do pesquisador, com um dispêndio mínimo de tempo e financeiro, comparável com a prática efetivada em laboratório. (ago/2005).*

A simulação de experimentos virtuais é sem dúvidas um dos pontos cruciais para que as tecnologias digitais sejam admitidas como o grande vetor de mudanças para o ensino/aprendizagem, visto que na Química a experimentação virtual ganha importância ampliada, porque os riscos de acidentes laboratoriais, custos financeiros e possibilidade de realização de eventos químicos transcendem a prática de laboratório. Além da virtualização, outro ponto positivo destacado no discurso dos professores é o fato de a Internet possibilitar acesso à informação de qualidade em tempo real. Anteriormente ao advento da Internet, as informações chegavam com atraso, às vezes de forma restritiva, de modo que o acesso era extremamente exclusivista e parcial.

Outras categorizações que emergem dos discursos dos professores estão permeadas de preocupações, as quais são expressas como pontos negativos, destacando essencialmente a dificuldade dos alunos, em termos de conhecimento, bem como a falta de acesso contínuo para navegar na grande rede, o que desmotiva e afasta o aluno da atividade mediada por tecnologias digitais, visto que o manuseio dessa ferramenta depende de experimentação, de maturação e vivência para alcançar o êxito planejado. São recorrentes também como pontos negativos algumas categorias internas e específicas de *softwares e sites* especializados que se expressam em erros conceituais e inconsistência teórica de conteúdos específicos e a falta de domínio teórico do

professor para trabalhar o conteúdo imerso no *software*. Assim sendo, não devemos nos limitar a única fonte de busca.

Sá Filho & Soares (2001, p.2;3) entendem que

> *Ainda é comum ouvir a afirmação de que o computador moderniza e facilita a educação. Será que uma ferramenta, por si só, pode transformar uma atividade? Ou, usando uma caneta de modelo mais novo, pode-se melhorar o conteúdo de um texto? É o velho mito de ver no 'novo' a solução salvadora.*

Essa reflexão dos autores mostra que se torna fundamental compreender que uma ferramenta constitui, em essência, objeto criado pelo homem para intermediar ou amplificar uma ação humana. Isto torna a ferramenta como apenas uma parte dos recursos impregnados na prática pedagógica ao se pretender atingir um objetivo planejado. A outra parte se configura como elementos que favorecem o ato educativo, quais sejam: (a) a atitude acadêmica do professor; (b) a dimensão pedagógica, mediante estratégias metodológicas utilizadas na prática; (c) a consistência teórica do professor e (d) a relação professor/aluno.

Na compreensão de Melo & Melo (2005, p. 44),

> *É indubitável o processo de transição que vem ocorrendo no âmbito educacional vigente, em face do grande desenvolvimento tecnológico, que por sua vez tem também, acarretado inúmeras transformações em outras esferas tais como: a política, a economia, a social, a cultural e a científica. Com isso o ensino tem exigido dos profissionais uma contundente transformação, caso contrário, sob pena de tornar-se obsoleto, estará ultrapassado se configurando apenas como repassador de receitas que não mais funcionam.*

As experiências com as tecnologias digitais no ensino de Química mostram a existência de possibilidades diferentes, as quais extrapolam o modelo tradicional de ensino de Química. O prenúncio de mudança na prática pedagógica em Química, estimulado pela freqüência de uso das tecnologias digitais no espaço escolar, provoca desconforto do ponto de vista de alguns

professores não usuários de tecnologias digitais de Química que defendem veementemente o modelo sedimentado do *status quo* tradicional, no espaço da sala de aula.

Verificamos, no discurso do Professor Não Usuário de Tecnologias Digitais, cognominado Pnuted, que

> *As tecnologias digitais utilizadas no ensino são artifícios mercadológicos para produzir encantamento no professor e no aluno, desviando o foco essencial no processo de produção do saber. O que faz o aluno aprender química, na realidade, são os mecanismos e procedimentos maturados em pesquisas no laboratório. (Pnuted-2, set/2005).*

A posição extremista do pesquisado situa o uso das tecnologias digitais em plano secundário, desqualificando sua importância para a prática pedagógica. O discurso que traz o apelo da ferramenta tecnológica como alternativa que potencializa inovação e mudança no ensino de Química auferiu ressonância nas reflexões de Minatti (2004); Eichler (1999); Meleiro & Giordan (1999). Para esses autores, as tecnologias digitais possibilitam inovações na prática pedagógica de Química, no sentido de fazer experimentos virtuais que dinamizam o ensino desta Ciência, de produzir desenho de estrutura molecular capaz de mostrar rotação da molécula, ângulos de ligações, tamanho e força da ligação, de modo que modifica o *'status quo'* do modelo tradicional de trabalhar a Química no espaço da sala de aula.

O uso da *Internet*, por exemplo, permite desenvolver atividades de um modo cooperativo. Neste sentido, ela supera a perspectiva essencialmente individualista dada nos ambientes interativos de aprendizagem. A ênfase que alguns autores, como Lèvy (1999) e Behrens (2000), percebem na Internet é a possibilidade de conexão de forma globalizada e o acesso amplo às fontes de informações por todo o mundo, uma vez que tudo isto está disponibilizado na rede.

Os múltiplos usos da Internet em Educação ainda estão sendo explorados e pesquisados. A possibilidade de troca de informação e trabalho colaborativo se apresenta como um dos grandes diferenciais deste novo modelo de aprendizado. O emprego de listas para discussão, correios

eletrônicos e conferências compõe-se como novas formas de produção de conhecimento. Exemplos disso são as variadas “redes” que tratam especificamente de Educação.

O uso do computador em Educação pode ocorrer por simples modismo ou em função da própria tecnologia, sem apontar caminhos. Assim, torna-se necessário ter clareza da necessidade de os professores estarem conscientes das novas aplicações tecnológicas em Educação e procederem à escolha que melhor levar à qualidade da prática educacional.

A característica principal desta configuração educacional que se aponta para o tempo presente e futuro é que a sua base é a abertura e a flexibilização da informação e do conhecimento. Esta é a nova moeda internacional, que diferenciará os países e os povos em virtude da relação que estabelecerem com esta produção de conhecimento. Deste modo, também a Ciência é objeto de alterações e, por conseqüência, a Educação. Neste sentido, Lévy (1999) considera que a reflexão sobre o futuro dos sistemas educacionais tem por base uma análise da mutação contemporânea da relação com o saber.

O computador é visto como o catalisador deste processo de mudanças, na medida em que é uma tecnologia que permite ampliar, amplificar e exteriorizar funções cognitivas humanas (LÈVY, 1999). Desta maneira, as tecnologias digitais na Educação possibilitam um quadro de opções com bases tecnológicas, introduzidas com o intuito de superar um dado estado da educação e alcançar patamares na prática educativa de Química, diferentes da concepção tradicional de ensino/aprendizagem.

Behrens (2000) defende a proposta de utilização destas tecnologias em torno de projetos de aprendizagem colaborativa. Para ela, os recursos tecnológicos por si só não garantem mudanças, pois dependem de projetos bem arquitetados. O computador e a rede de informações são, pois, ‘suportes relevantes’ desta prática pedagógica.

A discussão em torno do uso das tecnologias digitais no espaço escolar passa necessariamente pela busca da forma, de como trabalhar a

abordagem na aprendizagem. Estas tecnologias são um meio, um instrumento que atua no desenvolvimento da aprendizagem. É deste modo que a idéia da função do professor e do aluno deve ser redimensionada para uma realidade consubstanciada com base tecnológica. Assim, as técnicas precisam ser escolhidas de acordo com o que se pretende que os alunos aprendam, significando o papel das tecnologias como mediação, devendo ser variadas e adequadas aos diferentes objetivos. Podemos fazer uso, no ambiente escolar, de variados recursos que a Informática possibilita para a Educação, indo desde o uso de *cd-rom* até aqueles advindos das redes telemáticas, em particular, a Internet e os *softwares* educativos.

A evolução dos programas fez surgir outros tipos de *software* considerados abertos, na medida em que permitem o desenvolvimento de determinados conceitos, tanto por professores como por alunos. Este é o caso dos sistemas de autoria, das simulações e modelagem. Estes programas, entretanto, não perdem a característica de ser algo preparado anteriormente, pressupondo a existência de um aluno ideal. Portanto, a forma como o professor utiliza estes programas é que vai identificar a abordagem por ele utilizada. Daí, a escolha do *software* é fundamental.

Na concepção de Gomes *et al (2002)* em relação à escolha de um *software*, sua adequação depende da forma como este se insere nas práticas de ensino, das dificuldades dos alunos identificadas pelo professor e por uma análise das situações realizadas com alunos para os quais o *software* é destinado. É o professor quem vai propor o uso de ferramentas informatizadas capazes de criar as situações favoráveis à aprendizagem dos conceitos e à superação das dificuldades dos alunos. Assim, é importante que ele tenha parâmetros de qualidade definidos, para poder identificar a adequação de um *software* às suas necessidades e objetivos.

Neste trabalho, vale ressaltar que o debate relativo à avaliação de um *software* se fundamenta em Valente (1999) e Campos (1993), os quais tratam tanto de sistemas de classificação como de critérios voltados para esta finalidade.

Portanto, compreendemos que tanto a seleção como a avaliação de *sites e softwares* educativos assumem papel primordial, não só por se tratar de uma novidade que deve ser assimilada, mas principalmente porque requer uma atitude diferente do professor diante do ensino/aprendizagem. Alguns autores, como Rocha & Campos, 1992; Silva & Vargas, 1999; Oliveira *et al*, 2001, argumentam sobre a necessidade de metodologias de avaliação de *softwares* educativos que considerem os paradigmas pedagógicos envolvidos na concepção dos programas a fim de orientar os professores na aquisição e no emprego desses produtos. No capítulo a seguir, trataremos da avaliação de *sites e softwares* educativos no ensino de Química da UFPI.

7 AVALIAÇÃO DE *SITES E SOFTWARES* UTLIZADOS PELOS PROFESSORES DE QUÍMICA DA UFPI

Neste segmento, apresentaremos o resultado da avaliação dos *softwares e sites* educativos utilizados pelos professores de Química da UFPI. Inicialmente, discutiremos o resultado dos *softwares* e em seguida dos *sites*. Em ambos os casos, faremos breve descrição do *software e site*, seguida da avaliação destes, com base no instrumento da pesquisa. Serão feitas também considerações sobre como esse *software* se alinha ou não ao discurso emitido pelo professor (analisado no capitulo 5).

7.1 Análise de *softwares* educativos.

Analisamos nesta seção três *softwares* educativos utilizados pelos professores de Química da UFPI. Em todos os casos analisados, fazemos breve apresentação do *software,* exemplos demonstrativos, pontos positivos do software, limitações e erros conceituais do *software* se houver. Primeiramente, trataremos do *software Spartan*, em seguida, o *software Origin* e, por último, o *software* Química Orgânica II.

7.1.1 *Software* Spartan.

A utilização das tecnologias digitais no ensino/aprendizagem, em particular, na área de Química, acentua-se gradativamente. O fazimento de modelos moleculares na sala de aula é cada vez mais comum nas instituições

escolares, utilizados principalmente em aulas de Química Orgânica, como, por exemplo, grupos substituintes “orto-para-meta dirigentes”. De maneira similar, a Química Quântica computacional simula estruturas moleculares, fornecendo parâmetros que podem ser utilizados com finalidades didático-pedagógicas, como densidade eletrônica, cargas eletrônicas, potencial eletrostático, mapas de potencial eletrostático, dentre outras aplicações, que podem ser utilizadas na discussão de conteúdos de ensino de Química.

Historicamente, o conhecimento químico centrou-se em estudos de natureza empírica sobre as transformações químicas e as propriedades dos materiais e substâncias. Os modelos explicativos foram gradualmente se desenvolvendo, conforme a concepção de cada época e, atualmente, o conhecimento científico em geral e o da Química em particular requerem o uso constante de modelos extremamente elaborados.

Este modo de pensar a prática pedagógica da Química, no tempo atual, coaduna-se com a perspectiva de busca de iniciativas pedagógicas e novos modelos, consoante à necessidade de responder a questões afinadas com a dimensão tecnológica. A modelagem molecular, por exemplo, é uma boa ferramenta para se compreender conteúdos como, interações intermoleculares, geometria molecular, acidez, basicidade, ressonância, eletronegatividade, movimentos vibracionais, ângulos de ligação, orbitais, reações. A seguir, mostraremos algumas aplicações do *software Spartan* concernente aos modelos computacionais no ensino de Química, quais sejam: (a) densidade eletrônica, (b) eletronegatividade, (c) efeito indutivo, (d) potencial eletrostático e mapas de potencial eletrostático, (e) interações intermoleculares, (f) orbitais moleculares, (g) cargas elétricas, (h) efeito dirigente.

(a) Densidade Eletrônica

A densidade eletrônica de uma molécula mostra a distribuição de probabilidade por meio da nuvem eletrônica. O deslocamento da nuvem eletrônica depende da afinidade por elétrons dos átomos constituintes do composto molecular formado. Assim, o fenômeno da densidade eletrônica pode ser demonstrado mediante a variação da eletronegatividade pelo efeito indutivo.

(b) Eletronegatividade

A Figura 23 mostra a densidade eletrônica para as moléculas de Cl_2 e HCl. No primeiro caso, há uma similaridade das nuvens eletrônicas, em que ambos os átomos da molécula de cloro estão circundados com a mesma densidade eletrônica. No segundo caso, observa-se um deslocamento da nuvem eletrônica no sentido do átomo de cloro, o que mostra a diferença de eletronegatividade entre os átomos de cloro e hidrogênio, como veremos.

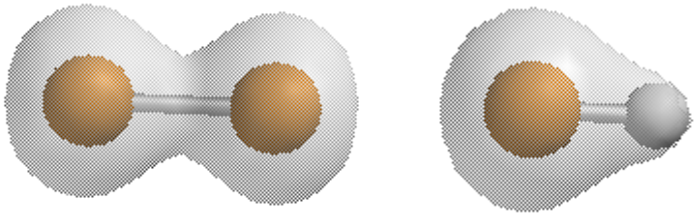


Figura 23 - Representação da nuvem eletrônica das moléculas de Cl_2 e HCl

(c) Efeito indutivo

O efeito indutivo está relacionado com a afinidade dos átomos por elétrons. Assim, átomos eletronegativos ligados a um anel benzênico, por exemplo, devem exercer a função de retirador de elétrons, ou seja, efeito indutivo negativo. A Figura 24 representa as moléculas de cloro-benzeno e benzeno, onde o efeito indutivo negativo do cloro é mostrado pelo maior contorno da nuvem eletrônica.

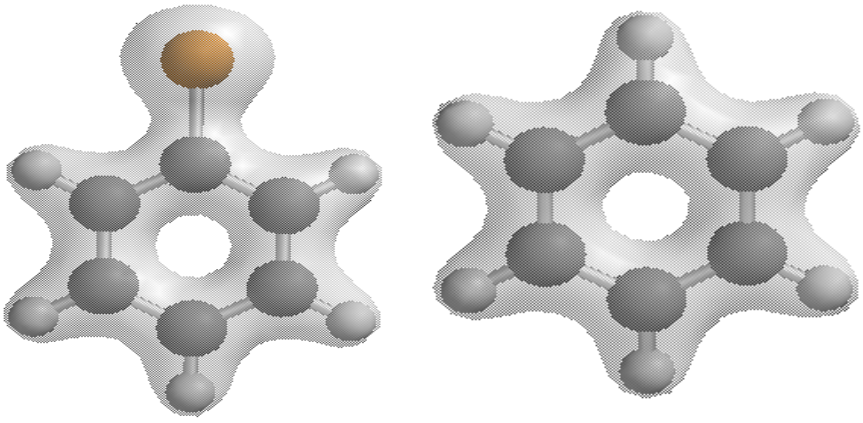


Figura 24 - Representação da nuvem eletrônica das moléculas de cloro-benzeno e benzeno.

(d) Potencial Eletrostático e Mapas de Potencial Eletrostático

O potencial eletrostático de uma substância é medido pela interação estabelecida entre um ponto de carga positiva do núcleo e os elétrons da molécula. Já os mapas de potencial eletrostático são resultantes do potencial eletrostático de cada substância sobre a densidade eletrônica. Para melhor identificar os potenciais eletrostáticos, são usadas cores para representar os valores de cada potencial. O vermelho indica valores negativos do potencial eletrostático. O azul mostra valores positivos do potencial.

Assim, podemos trabalhar essas temáticas, potencial eletrostático e mapas de potencial eletrostático como técnicas mediadas pelo *software* Spartan, para melhor identificar ataques eletrofílicos em anéis aromáticos e interações intermoleculares. Um ponto importante que podemos ressaltar é que, com essa ferramenta, é possível predizer as posições favoráveis de ataque de um eletrófilo numa estrutura molecular. Vejamos, a seguir, um ataque eletrofílico a um anel.

Um eletrófilo é um átomo ou grupo que ataca uma molécula, geralmente aromática, nas regiões de potencial eletrostático negativo. A Figura 24 mostra o potencial eletrostático para o benzeno e para a piridina, indicando que, no caso do benzeno, o sistema (pi) π do anel está mais propenso a um ataque eletrofilico. Já na piridina, o ataque deve ocorrer no sistema (sigma) σ do átomo de nitrogênio. Vejamos, a seguir, a figura 25 mostrando o ataque eletrofílico.

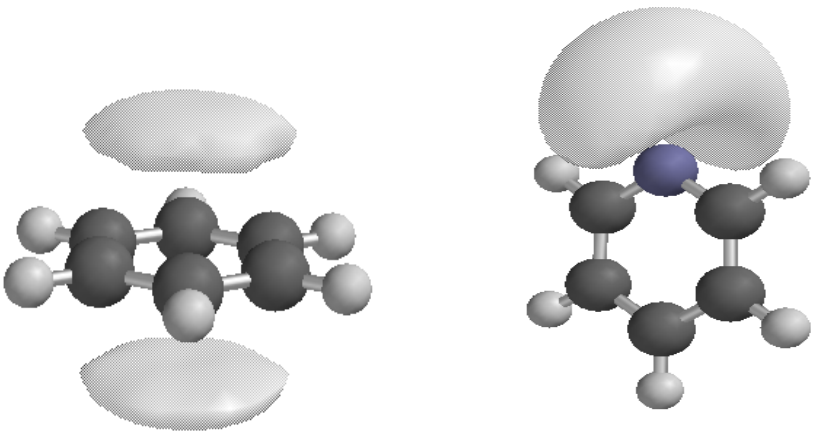


Figura 25 - Potencial eletrostático para as moléculas de benzeno e piridina.

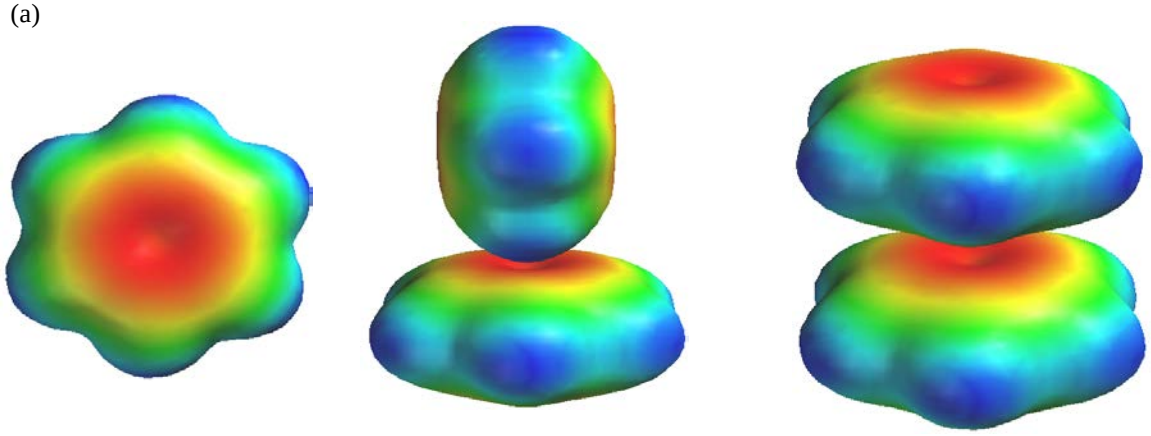
(e) Interações Intermoleculares

A interação entre as moléculas acontece entre regiões de potencial eletrostático oposto, isto é, potenciais eletrostáticos positivos e potenciais

eletrostáticos negativos. Para exemplificar, tomemos a interação intermolecular para duas moléculas diferentes: (a) moléculas de benzeno e (b) moléculas de água.

A Figura 26 mostra o mapa de potencial eletrostático e a interação das moléculas do benzeno. As regiões em vermelho representam potenciais eletrostáticos negativos e as regiões em azul significam potenciais eletrostáticos positivos. Assim, não pode haver interação de regiões com potenciais de mesma carga. O exemplo a seguir mostra a interação permitida para as moléculas de benzeno (perpendicular) e ainda a interação proibida para essas moléculas (paralelo). Vejamos:

(a)

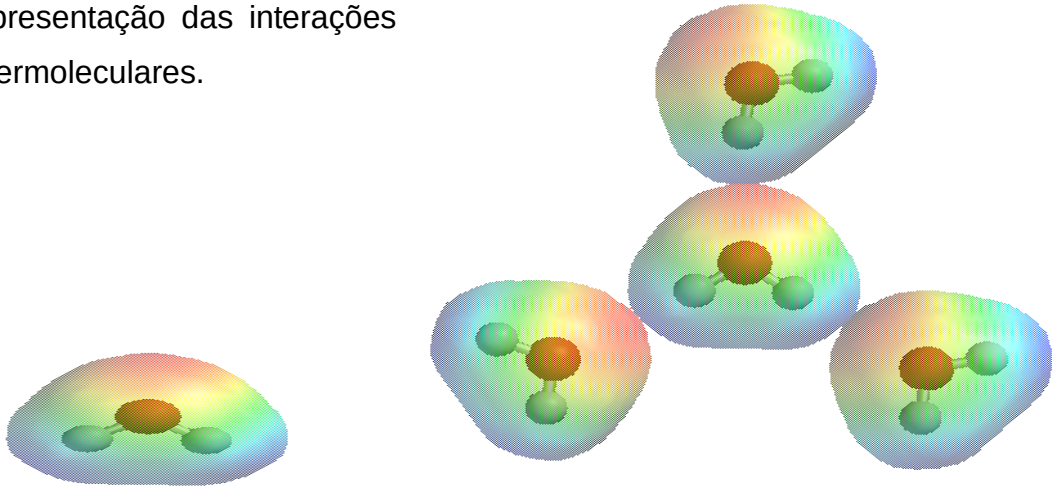


Benzeno **Interação permitida** **Interação proibida**

Figura 26 - Mapa de potencial eletrostático do benzeno e representação da interação.

A Figura 27 mostra o mapa de potencial para a molécula de água e a representação das interações intermoleculares.

(b)



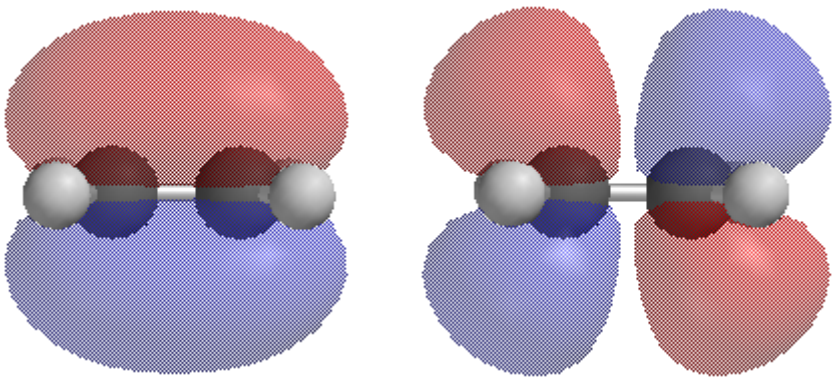
Água **Ligações por pontes de hidrogênio**

Figura 27 - Mapa de potencial eletrostático da água e representação das interações de suas moléculas.

(f) Orbitais Moleculares

A interação de dois orbitais atômicos leva à formação de dois orbitais moléculares, um deles chamado de ligante e o outro de anti-ligante. Em uma molécula, chama-se de LUMO o orbital de mais baixa energia, isto é, o orbital desocupado e HOMO o orbital de maior energia, ou seja, o orbital ocupado. Utilizando a representação dos orbitais moleculares, é possível mostrar as interações dos orbitais do tipo “p” em uma ligação (pi) π, bem como as interações de uma ligação (sigma) σ.

Assim, a Figura 28 mostra a representação dos orbitais do tipo “p” na molécula de eteno.



Ligação π (HOMO) **LUMO**

Figura - 28: Orbitais do tipo “p” na molécula de eteno.

Esta representação dos orbitais HOMO e LUMO, orbitais do tipo “p”, mostra que no HOMO há a representação da ligação π e no LUMO os orbitais “p” não utilizados, anti-ligantes, nesta ligação.

(g) Cargas Elétricas

Tanto as cargas elétricas quanto os comprimentos de ligações podem ser utilizados para justificar a acidez de um composto. A Figura 28 mostra a densidade eletrônica e as cargas do oxigênio e do hidrogênio da ligação O – H no ácido etanóico, no ácido 2-fluor-etanóico, no ácido 2,2-difluor-etanóico e no 2,2,2-trifluor-etanóico.

Podemos verificar por intermédio de uma molécula de ácido etanóico, por exemplo, que, à medida que substitui o hidrogênio por átomos mais eletronegativos, provoca uma atração entre o átomo substituinte e o átomo de hidrogênio da hidroxila (H – O), o que aumenta a carga do hidrogênio e, conseqüentemente, a acidez.

Como veremos no exemplo expresso na figura 29 esta mostra que, à medida que se aumenta a quantidade de átomos de flúor na molécula, observa-se maior deslocamento da carga, o que retira elétrons dos outros átomos, e assim enfraquecendo a ligação O – H e aumentando a acidez. Observemos que o átomo de hidrogênio fica mais positivo com o acréscimo de átomos de flúor. Pode-se notar que a distância entre um átomo de flúor e o átomo de hidrogênio aumenta quando na presença de outros átomos de flúor devido em virtude da repulsão entre estes átomos.

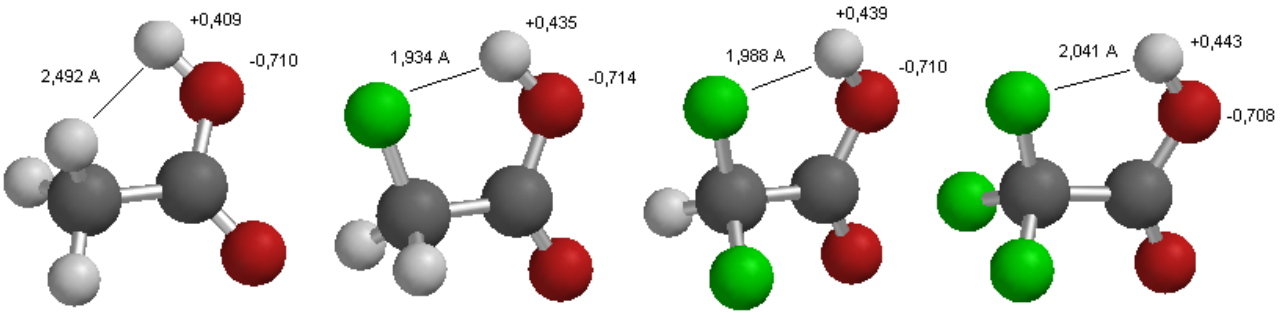


Figura 29 - Cargas do oxigênio e hidrogênio da ligação O – H no ácido etanoico, no ácido 2-fluor-etanoico, no ácido 2,2-difluor-etanóico e no 2,2,2-trifluor-etanóico, respectivamente, e a distancia entre átomos não ligados.

(h) Efeito Dirigente

O efeito dirigente de um grupo sobre o anel aromático também pode ser observado utilizando cálculos de cargas elétricas. A Figura 30 traz as cargas sobre os carbonos orto, meta e para no nitrobenzeno e no metilbenzeno. Observemos que, no nitrobenzeno, há uma carga negativa maior na posição meta, mostrando assim que o grupo nitro é um orientador-meta (meta dirigente). Já no metilbenzeno, as cargas negativas se encontram em

maior quantidade nas posições orto e para, mostrando que o grupo metil é um orientador orto-para (orto-para dirigente).

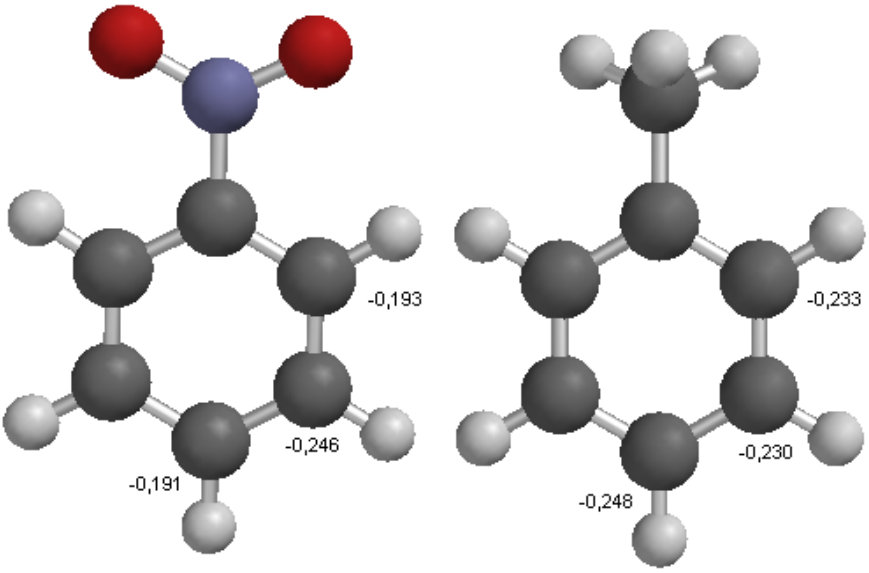


Figura 30 - Carga dos carbonos orto, meta e para no nitrobenzeno e tolueno.

Os modelos de compostos moleculares obtidos por via de cálculos da Mecânica Quântica, mediados pelas tecnologias digitais, através do *software* educativo ‘Spartan’, proporcionam ao aluno uma visualização mais ampliada acerca do fenômeno ligado à estrutura molecular e outros fenômenos agregados.

Esta avaliação do uso do *software* ‘Spartan’ no ensino de Química nos possibilita concluir que esta ferramenta possui uma gama muito forte de recursos que auxiliam o professor no ato educativo da Química, facilitando a compreensão do aluno acerca do fenômeno observado, além disso, o instiga a descobrir o comportamento da molécula em situações diversas, conforme verificamos nos exemplos sobre representação da nuvem eletrônica das moléculas, potencial eletrostático, mapa de potencial eletrostático, efeito dirigente orto-meta-para, cargas elétricas. Estas representações possibilitam ao aluno uma compreensão mais acurada sobre o fenômeno químico, visto que permitem uma visualização que facilita a aprendizagem, por exemplo, o potencial eletrostático de um átomo na molécula, mostrando a região favorável ao ataque eletrofílico. De forma similar, o fenômeno do efeito dirigente (orto-meta-para) mostra inclusive os valores das cargas negativas, facilitando a

aprendizagem do aluno, pela visualização. Queremos ressaltar, no entanto, o papel preponderante do professor como sujeito ativo do ato de ensinar, na medida em que interpreta cada fenômeno disponibilizado pelo *software* na tela do computador.

Diante do exposto, a análise do *software* 'Spartan', fundamentado na grade de análise de avaliação de *software* de Química, conforme (anexo - 4), produzida para esta finalidade, mostra os dados sintetizados por seções. Na tabela 17, apresentamos a seção base pedagógica.

Tabela 17 – Base pedagógica do software spartan.

Concepção teórica de aprendizagem	Progressista, centrada na interação: professor/aluno; aluno/aluno; professor/aluno/tecnologia/conteúdo.
Transposição didática	Há um ganho de qualidade com a possibilidade de interação (simulações e cálculos dinâmicos).
Linguagem	Clara, coerente, consistente;
Qualidade das imagens e animações Visual	Servem como complemento das informações. O contraste das cores de fundo e da fonte, no texto não interferem diretamente no resultado resultado do software utilizado;
Diagramação e estética do *software* spartan	Adequadas;
Classificação do software	Simulação aberta e modelagem;
O software propicia interação	Professor/aluno/máquina.

Fonte: Pesquisa de campo/análise do software spartan.

A análise da seção base pedagógica do *software* mostrou uma concepção teórica de aprendizagem progressista, centrada nas interações professor/aluno, aluno/aluno, professor/aluno/tecnologia/conteúdo.

A dimensão construtivista do *software* 'Spartan' verificada na construção de moléculas, por exemplo, na molécula de piridina, em que identificamos o potencial eletrostático de um átomo na molécula, torna-se elemento indicativo da interação, participação e dinamismo do aluno como 'sujeito vivo' no ato do ensino da Química. O *software* oferece um conjunto de

ferramentas e mecanismos que permitem aos alunos verificar a energia da molécula construída, o potencial eletrostático e afinidade eletrônica. Assim, a aprendizagem é direcionada pela vivência, da manipulação, da construção da estrutura e da energia das moléculas.

A transposição didática, compreendida como um processo que possibilita passar as informações do meio estático, como o impresso, para o meio dinâmico, como o computador, se configura nesta análise do *software* 'Spartan' como ganho da qualidade didático-pedagógica, com a possibilidade de interações simulações, modelagem e cálculos dinâmicos.

A linguagem imersa no referido '*software*' apresenta, mediante modelagem, a formação de imagens com animações, cujas qualidades são claras e também relevantes e servem como idéia principal das informações. Ressaltamos que a animação inicia-se somente após intervenção do usuário. A imagem estática serve apenas como complemento das informações. No campo visual, o contraste das cores de fundo e da fonte no texto e na construção da molécula interfere positivamente no resultado produzido pelo '*software',* na medida em que disponibiliza a cor característica de cada elemento químico na molécula formada; disponibiliza a coloração do potencial eletrostático, negativo (vermelho) e positivo (azul), facilitando a compreensão e a aprendizagem acerca do fenômeno estudado. A diagramação e a estética são adequadas. O som, como mídia, não está associado ao *software* analisado.

A classificação deste *software,* do ponto de vista pedagógico, se caracteriza como simulação aberta e modelagem. A simulação aberta é entendida neste trabalho como a que fornece algumas situações previamente definidas e encoraja o aluno a elaborar suas hipóteses que deverão ser validadas ou não por intermédio da simulação no computador. Caracterizada como *software*, que proporciona condições para o aluno construir seu conhecimento, esta compreensão se afina com o "construcionismo" (VALENTE, 2001). Este software propicia a interação professor/aluno/grupo/máquina, de modo que o professor tem um papel diferenciado no *feedback* para o aluno. Além disso, propicia a integração interdisciplinar, sobretudo, na Quântica, que integraliza Química, Álgebra, Física e outras áreas do conhecimento.

A tabela 18 mostra resumidamente a seção da grade de análise que trata sobre a dimensão técnica.

Tabela 18 – Dimensão técnica do *software* spartan.

a. apresenta instruções de forma clara	( ) sim (x) não
b. indica as possibilidades de uso	(x) sim ( ) não
c. possui facilidade de instalação e desinstalação	(x) sim ( ) não
d. fornece manual de utilização com linguagem apropriada	( ) sim (x) não
e. funciona em rede	( ) sim (x) não
f. é auto-executável	(x) sim ( ) não
g. possui recursos de hipertextos e hiperlink	( ) sim (x) não
h. apresenta facilidade de navegação	(x) sim ( ) não
i. apresenta mensagens de erro	( ) sim (x) não

Fonte: Pesquisa de campo/análise do software spartan.

Do ponto de vista da dimensão técnica, o *software 'Spartan'* apresenta facilidade de instalação e desinstalação, é auto-executável e indica as possibilidades de uso e possui facilidade de navegação, mas não apresenta mensagem de erro, não possui recursos de *hiperlink*. Além disso, possui alguns ícones que não apresentam instruções de forma clara. Entendemos que esses requisitos negativos não desqualificam o *software.* Tecnicamente apresenta os elementos constituintes do *software* suficientes para viabilizar a construção do conhecimento com sustentação mediante vivências químicas contextualizadas, decorrentes da manipulação destes elementos na elaboração estrutural e gráfica de substâncias químicas. A seguir, discutiremos sobre a categorização do *software* na área de Química. Durante a análise desse software, foram identificadas diferentes categorias, relacionadas especificamente sobre o ensino de Química, permeado de tecnologias digitais. Estas categorias estão apresentadas na seqüência, constituindo um instrumento de avaliação do *software* Spartan. A tabela 19 mostra a categorização na área da Química no *software.*

Tabela 19 - Aspectos relativos à categorização na área da Química no *software*

Simulação aberta	Construção da representação química graficamente;
Animação	Experimentos virtuais no laboratório;
Vantagens	Reproduz aspectos eletrônicos e geométricos de moléculas; Simula movimentos vibracionais; Representa pictoricamente os orbitais moleculares; Possibilita a reflexão dos alunos sobre propriedades químicas; Permite cálculos químicos de forma dinâmica;
Limitações	Ausência de textos; Preço elevado; Não apresenta detector de erros conceituais; Não possui ilustração clara acerca do ícone deletar.

A categorização deste *software* de Química utilizado na sala de aula apresenta-se contendo animação, modelagem, simulação aberta, representação química e experimentos virtuais, cujas vantagens estão representadas pelas simulações de movimentos vibracionais das moléculas, representações pictóricas dos orbitais moleculares, reproduções de aspectos eletrônicos e geométricos de moléculas e possibilidades que permitem cálculos químicos de forma dinâmica. As limitações do 'Spartan' estão condensadas em modelagem de moléculas inexistentes do ponto de vista real, que não disponibilizam identificador de erros conceituais, não apresentam, por exemplo, instruções claras concernentes aos ícones que permitem apagar os compostos na tela.

Assim, concluímos que a diversidade de recursos disponibilizados pelo *software* possibilita a viabilização da elaboração do conhecimento desde vivências contextualizadas acerca da Ciência Química, decorrentes da interação estabelecida do professor com aluno e máquina para instituir a intervenção no ato educativo da Química, mediante simulações abertas e modelagem, as quais proporcionam ao aluno dinamismo e interatividade na elaboração do conhecimento químico. Além disso, propicia ao professor e ao

aluno desenvolver raciocínio e critérios acerca da forma de construir estruturas moleculares, cálculo de ângulos e tamanho de ligações químicas, energia e vibração de moléculas, visualização de orbitais moleculares, potencial eletrostático de um átomo constituinte de moléculas, enfim um conjunto de fatores que favorece um ambiente de aprendizagem colaborativo no ensino de Química.

7.1.2 *Software* Origin

No panorama tecnológico da atualidade, existem diversas opções para a aprendizagem com o uso de computador, tais como a comunicação, a consulta de informações distribuídas pela *Internet* ou o uso de *softwares* educativos, cujas produções constituem um desafio.

Um *software* educativo deve satisfazer as intenções do professor e as características dos alunos, possibilitar vários estilos de aprendizagem e aproveitar as qualidades educativas oferecidas por um computador - em particular, a interatividade e o controle do usuário sobre o que se aprende e como se aprende. A união de recursos tecnológicos e humanos, aliada à disponibilidade de ferramentas qualificadas para a aprendizagem, resulta em inovações nas estratégias e metodologias de ensino e/ou aprendizagem das diversas áreas do conhecimento. Nesse contexto, um dos objetivos do educador é assegurar a implementação de tecnologias digitais no ensino. Na área de Química, a tecnologia digital pode ser enfocada como estratégia de ensino, a qual define formas de apresentar o material de ensino ao aluno, capaz de desenvolver com sucesso um tópico ou conteúdo por meio do encadeamento de informações, apresentadas de maneira harmônica e contextualizada.

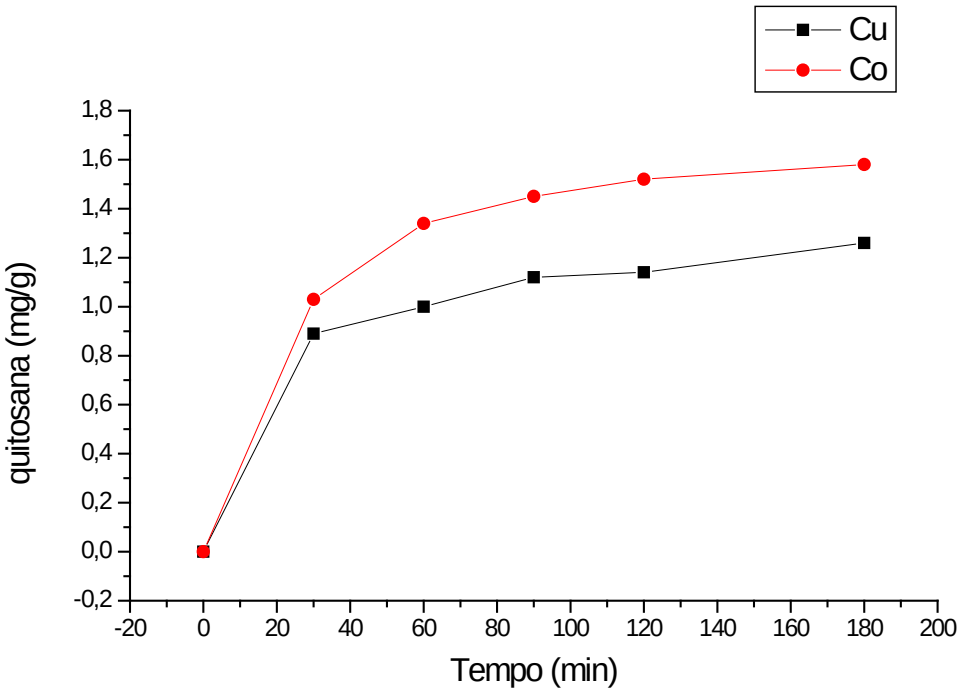
O desenvolvimento de *softwares* educativos permite a exploração de recursos visuais dinâmicos e interativos, auxiliando na compreensão de muitos temas em diferentes disciplinas. Este tipo de multimídia é uma ferramenta pedagógica que permite explorar tópicos de maneiras diferentes, definindo um caminho próprio de aprendizagem e descoberta para os alunos, uma vez que desperta muito interesse entre eles, além de ser um recurso didático moderno, atualizado e de baixo custo, que proporciona ao aluno substituir uma visão estática do livro por um modo mais interativo.

Diante deste cenário de incremento de tecnologias digitais no ensino de Química, analisaremos o *software* 'Origin' para verificar as vantagens e limitações desta ferramenta como elemento constituinte do ensino de Química da UFPI.

Ressaltamos que o 'Origin' não é um *software* específico de Química, mas foi mencionado pelos professores em função da sua importância na construção de gráficos e tabelas, o que possibilita ao aluno melhor visualização e entendimento do fenômeno químico, por isso, tornou-se objeto de análise desta pesquisa.

A seguir, veremos o gráfico que mostra a retirada de dois metais pesados (cobre e cobalto) de determinado ambiente.

Gráfico 5: Massa de quitosana utilizada para complexar cobre (Cu) e cobalto (Co) em função da variável tempo.



Essa ferramenta permite a feitura do gráfico de forma rápida e dinâmica, de modo que possibilita ao aluno perceber a despoluição de determinado ambiente utilizando a substância quitosana para complexar (retirar) excesso de cobre e cobalto. O gráfico mostrando que até os trinta minutos (30 min) a absorção e consequente retirada do cobre e cobalto pela

quitosana é máxima. Então, ocorre uma saturação, de sorte que a retirada passa a ser mínima. A visualização do fenômeno retém a atenção do aluno e facilita a aprendizagem. A seguir, faremos outras aplicações do *software 'Origin'*, pela elaboração de curvas de calibração.

A aquisição de dados com origem em curvas de calibração por meio de regressão linear ajuda na interpretação e no entendimento de resultados. Os dados da sequência são de soluções padrões de cobre e foram obtidos em EAA para formular curva de calibração.

Este *software* analisado possui como base pedagógica uma concepção teórica de aprendizagem tradicional, com fulcro no professor, no conteúdo e na tecnologia. A importância da ferramenta ocorre em função do dinamismo no fazimento de gráficos. A manipulação dos dados pelo aluno nessa operação possibilita uma visualização ampliada acerca do fenômeno químico, de modo que facilita sua aprendizagem. O *software* 'Origin' apresenta boa interface[30], mas não possui boa usabilidade[31]. A transposição didática ocorre mediante a execução de uma atividade através da máquina, de modo que reproduz a realidade do conhecimento Químico expresso no *software*. As linguagens imersas no *software* avaliado trás consigo a elaboração de figuras e gráficos de forma dinâmica, embora a forma, isto é, o modelo da figura e do gráfico, já esteja pronta. O que diferencia um gráfico do outro são os dados para elaboração de cada um deles. A qualidade da imagem é clara, relevante, servindo como idéia principal das informações. O som é uma mídia não associada ao *software* analisado.

Após analisar o *software* 'Origin', o classificamos como modelagem na elaboração de figuras e gráficos. Ele propicia uma interação professor/aluno/máquina, mas o *feedback* é dado ao aluno pelo professor na interação com o *software*. Uma das limitações que percebemos no *software* é que não possibilita integração interdisciplinar. Do ponto de vista técnico, possui facilidade de instalação e desinstalação, indica as possibilidades de uso e é auto-executável. As limitações se concretizam na dificuldade de navegação do

[30] O design e as informações presentes no objeto de aprendizagem apresentam padrão nos requisitos cor, tipo de botão etc.
[31] O objeto de aprendizagem é fácil de navegar, oferece ajuda aos alunos; possui instruções claras de uso.

software e se expressam mediante inexistência de mensagens de erro, de manual de instrução, de recursos de hipertextos e *hiperlinks*.

Na área da química, o *software* 'Origin' apresenta uma categorização relativa a modelagem na elaboração de gráficos e figuras. Mostra a vantagem de possibilitar experimentação de situações de laboratório ou do mundo real pelos alunos e permite cálculos químicos de forma dinâmica. As limitações do *software* estão presentes na ausência de textos explicativos e não detecta erros conceituais. Portanto, concluímos que o software é recomendável, sobretudo, para fins de construção de gráficos e figuras acerca de experimentos químicos.

A importância do *software* 'Origin' se expressa como ferramenta que auxilia o professor no ensino de Química para alunos de graduação, pois fornece dados estatísticos importantes para a interpretação de resultados. Com este *software*, podemos construir curvas de regressão linear e desvio-padrão.

7.1.3 ***Software* de Química Orgânica II**

A Química Orgânica é concebida de forma genérica como Ciência que estuda os compostos de carbono. Estes são muito comuns em nossa vida diária. Por exemplo, o álcool comum (C_2H_6O) existente em bebidas é muito usado na indústria e também como combustível; o vinagre ($C_2H_6O_2$) é um tempero habitual em nossas refeições; o éter ($C_4H_{10}O$) é muito usado em farmácias e hospitais; o açúcar comum ($C_{12}H_{22}O_{11}$) é alimento importante para nosso organismo; a gasolina (C_8H_{18}) é um dos combustíveis mais utilizados no mundo atual; e assim por diante. Outros compostos constituídos de uma estrutura molecular mais complexa poderiam ser citados: as proteínas, as vitaminas, os hormônios, os medicamentos etc.

De modo mais amplo, podemos dizer que os compostos orgânicos constituem a parte fundamental do *ciclo de vida* existente na terra, o qual pode ser assim resumido:

$$CO_2 + H_2O + \text{Luz} \xrightarrow{\text{Vegetais}} \text{compostos orgânicos} + O_2\uparrow$$

$$\text{Compostos orgânicos} + O_2\uparrow \xrightarrow{\text{Animais}} CO_2 + H_2O + \text{energia.}$$

As reações orgânicas se constituem como uma das áreas do conhecimento químico de grande importância, em decorrência de sua aplicação prática. Daí, o interesse na busca desse conhecimento no contexto cotidiano, social e econômico. Para trabalhar essa área do conhecimento utilizaremos como recurso didático a ferramenta pedagógica, *software* de Química Orgânica II - reações orgânicas. A análise ocorrerá mediante a aplicação da ficha de avaliação de *software* produzido para esta finalidade.

As categorias de análise para avaliação deste *software* são as seguintes - (1) **base pedagógica**: (1.1) concepção teórica de aprendizagem; (1.2) transposição didática; (1.3) linguagem imersa no *software*; (1.4) classificação do *software*; (2) **aspectos técnicos;** (3) **categorização do *software* na área da Química** - (3.1) vantagens e (3.2) limitações.

A figura 31 mostra uma configuração típica de tela do *software* '*Química Orgânica II - reações orgânicas'.*

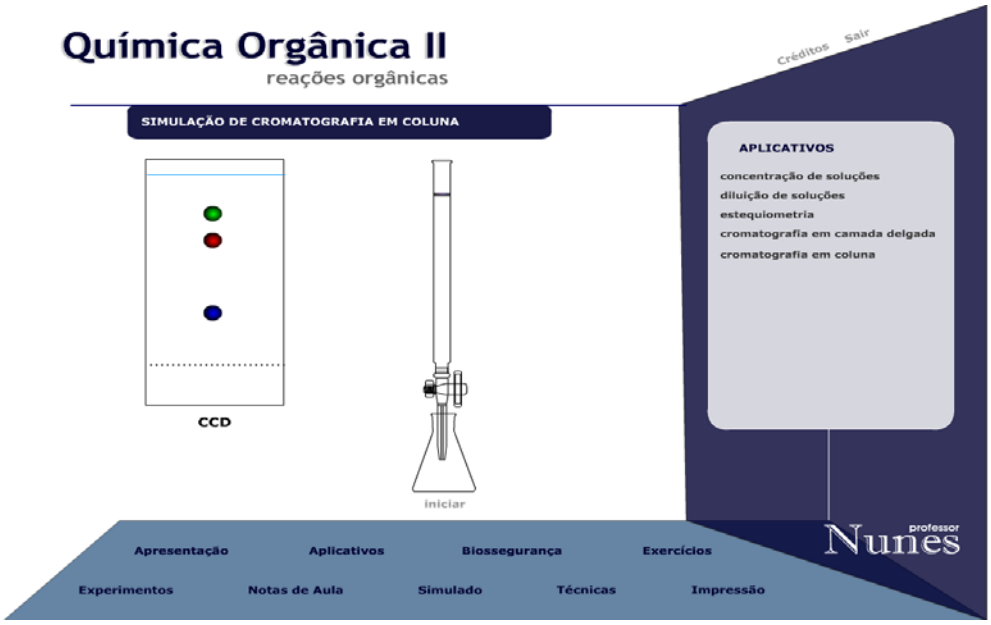


Figura 31 - Tela do *software química orgânica II - reações orgânicas'.*

Este *software* analisado é um objeto de aprendizagem (OA) caracterizado como um programa de concepção tradicional, instrucionista, pois discorre sobre o fenômeno químico, não exigindo que o aluno desenvolva suas hipóteses, teste-as, analise os resultados e refine seus conceitos. Assim, o *software* se aproxima do tutorial e do exercício e prática, caracterizado como

software que ensina o aluno. Este programa é organizado em temáticas: apresentação, aplicativos, biossegurança, exercícios, experimentos, notas de aula, simulado, técnicas e impressão. Os alunos podem interagir de forma limitada, por meio de animações e reproduções fechadas, com algumas temáticas, como aplicativos, experimentos e exercícios, em que estão disponibilizadas ferramentas de manipulação que possibilitam a reprodução de atividades experimentais de laboratório. Na tabela 20, estão disponibilizados os dados relativos à análise do *software 'Química Orgânica II - reações orgânicas'.*

Tabela 20 – Base pedagógica do *software* Química Orgânica II

concepção teórica de aprendizagem	Instrucionista, centrado no professor, no aluno e na tecnologia.
transposição didática	Reprodução literal do formato papel para o formato digital;
. linguagem	Clara, consistente e coerente com a proposta Instrucionista;
classificação do software	Tutorial; exercício e prática;
visual	O contraste das cores de fundo e da fonte, no texto não interferem diretamente no resultado do software utilizado;
diagramação e estética do *software*	Adequada para a abordagem pedagógica proposta.

Fonte: Pesquisa de campo/análise de software.

Diante do exposto, a análise do *software* '*Química Orgânica II - reações orgânicas*', fundamentada nas informações obtidas da grade de análise de *software* de Química (Anexo - 5), produzida para esta finalidade, mostrou que a base pedagógica tem uma concepção teórica de aprendizagem tradicional, instrucionista, centrada no professor, conteúdo e tecnologia. A transposição didática se configura como reprodução linear do conteúdo de Química para o formato digital, o que constitui perda de qualidade, em termos de consistência teórica do conteúdo para a mídia eletrônica. As linguagens

imersas no *software* se caracterizam da seguinte forma: os textos são claros, consistentes e coerentes com a proposta pedagógica instrucionista. As imagens são estáticas e servem apenas como complemento das informações. O contraste das cores de fundo e da fonte, no texto, não interfere no resultado do *software*, pois a estética é adequada para a finalidade que se propõe. O som é uma das mídias agregadas, utilizado apenas para gerar expectativa, verificado na atividade 'simulado'. A proposta, em essência, é similar ao texto no formato papel. Pela análise, classificamos o *software* como um tutorial, exercício e prática. A seguir, apresentamos a tabela 21, que mostra resumidamente a seção da grade de análise que trata sobre a dimensão técnica do *software* 'Química Orgânica II - reações químicas'.

Tabela 21 – Dimensão técnica do *software* Química Orgânica II

a. apresenta instruções de forma clara	( ) sim (x) não
b. indica as possibilidades de uso	(x) sim ( ) não
c. possui facilidade de instalação e desinstalação	(x) sim ( ) não
d. fornece manual de utilização com linguagem apropriada	( ) sim (x) não
e. funciona em rede	( ) sim (x) não
f. é auto-executável	(x) sim ( ) não
g. possui recursos de hipertextos e hiperlink	( ) sim (x) não
h. apresenta facilidade de navegação	(x) sim ( ) não
i. apresenta mensagens de erro	( ) sim (x) não

Fonte: Pesquisa de campo/análise do software.

Do ponto de vista técnico, o *software* apresenta instruções de forma clara, indica as possibilidades de uso, possui facilidade de instalação e desinstalação e é auto-executável. As limitações, porém, são evidentes, na medida em que não apresentam mensagens de erros, não possui manual de instruções, não possui recursos de hipertextos e *hiperlinks.* A tabela 22 mostra a categorização do *software* na área da Química.

Tabela 22 - Aspectos relativos à categorização do *software* na área da Química

Animação	Estrutura rígida e fechada;
Vantagens:	Permite cálculos químicos de forma dinâmica; Possibilita ao aluno reflexão sobre propriedades químicas.
Limitações	Excesso de textos; Não apresenta detector de erros conceituais; Reprodução literal do conteúdo do livro; Não possui ilustração clara acerca do ícone deletar; Ausência de simulações e modelagem.

Fonte: Pesquisa de campo/análise de software.

A categorização na área da Química, concernente aos aspectos relativos a este *software* de Química, se expressa como mera *animação*, com estrutura rígida e fechada, isto é, não apresenta situações que encorajem o aluno a elaborar hipóteses, a questionar e buscar outras possibilidades, o que caminha na direção da vertente cognitivista e da memorização mecânica. As vantagens verificadas no *software* se resumem em dois pontos fundamentais: (a) permitem cálculos químicos de forma dinâmica e (b) possibilitam ao aluno reflexão sobre propriedades químicas. As limitações são várias, dentre elas: (a) não detectam erros conceituais verificados, por exemplo, no conteúdo concentração de soluções, pertencente à seção aplicativos. Nos campos para colocação de quantidade de elementos químicos na composição da substância analisada permitem colocar quantidades que produzem um composto inexistente, na prática, mas mesmo assim, faz os cálculos das concentrações molaridade, normalidade, massa molar etc, o que definimos como inconsistência do *software*; (b) reprodução literal do conteúdo do livro; (c) excesso de textos e (d) ausência de simulações e modelagem.

Desta forma, resumidamente, concluímos que a análise deste *software* permite traçar um perfil característico de cada seção do conteúdo imerso no *software*. A apresentação, por exemplo, se caracteriza por fazer uma transposição de um texto do formato papel para o formato digital. A seção aplicativos apresenta concentração de soluções, diluição de solução,

estequiometria e cromatografia de coluna. Destas, analisaremos a concentração de soluções. Este conteúdo é trabalhado de forma que o *software* não detecta erros conceituais, permitindo fazer cálculos de concentração de soluções de substâncias inexistentes, do ponto de vista prático, como se verifica na figura 32.

Figura 32: Cálculos de concentração de soluções.

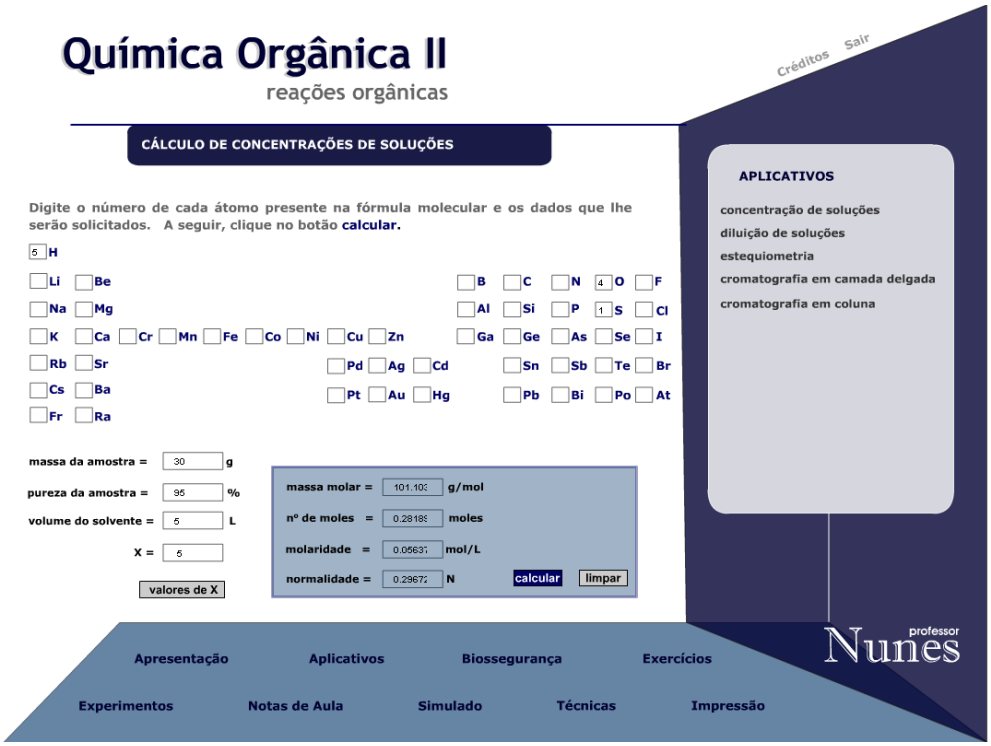


Figura 32 - Cálculos de concentração de soluções.

Os demais conteúdos tratados nesta parte são similares, isto é, apresentam os mesmos recursos, as mesmas inconsistências teóricas e limitações.

A seção biossegurança, por exemplo, limita-se a apresentar fichas de segurança, dando informações sobre as diversas funções orgânicas: ácido nítrico, ácido acético, benzeno etc. A seção exercícios e notas de aula é apenas uma transcrição para html. A seção experimentos é similar à seção aplicativos, a qual disponibiliza campos para colocar valores de volume, massa e manda calcular o rendimento da reação. O cálculo é dinâmico, rápido. É somente essa a diferença em relação à aula trabalhada sem o recurso tecnológico. O simulado apresenta, diferentemente das demais, a inclusão da linguagem sonora, mas apenas para originar expectativas, não acrescentando

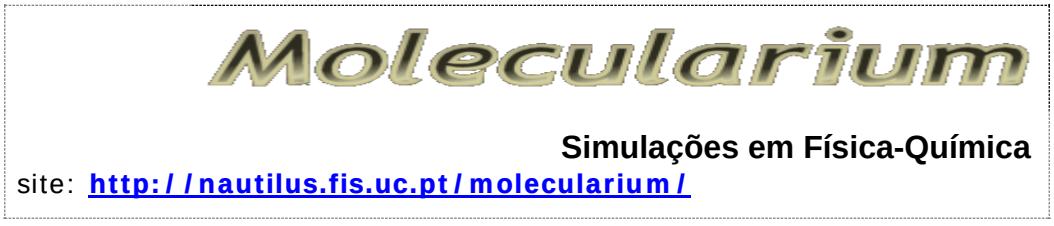
nada ao texto. Os *softwares* analisados possuem características próprias levadas em consideração durante o processo de avaliação, com base na grade de análise. A seguir, analisaremos também os *sites* educativos utilizados pelos professores de Química da UFPI.

7.2 Análise de *Sites* Educativos

O site educativo pode ser compreendido como extensão de um *software* educativo, visto que é uma ferramenta de apoio ao professor com finalidades educativas. Desta forma, compreendemos que as tecnologias digitais, em particular, os *sites* educativos, possibilitam ao aluno um ambiente de aprendizagem mediado pelo computador que aguça a curiosidade do aluno e facilita sua aprendizagem.

7.2.1 *Site* nautilus.

Este *site* constitui espaço de simulação molecular para o ensino da Química e Física, em vários níveis de aprofundamento. São apresentados diversos exemplos que se relacionam com determinados conceitos: temperatura, pressão, trocas de energia, entropia e desordem, equilíbrio, solubilidade de sais e luz. Todas as simulações são feitas nas linguagens “Java" ou "Flash",correndo *on line.*



Este *site* está fundamentado numa base pedagógica que apresenta uma concepção teórica de aprendizagem progressista, centrado nas interações professor/aluno/conteúdo/tecnologia. A tabela 23 mostra o resultado concernente à base pedagógica do *site* analisado.

Tabela 23 – Base pedagógica do *site* nautilus.

Concepção teórica de aprendizagem	Progressista, centrado nas interações professor/aluno/conteúdo/tecnologia.
Simulação	Interações intermoleculares; alteração da pressão de um gás
Animações imersas no site	Iniciam-se após intervenção do usuário; são relevantes, claras e servem como idéia principal das informações acerca do fenômeno químico observado;
Transposição didática	Ganho de qualidade com a adição de outras mídias, por exemplo, o som; Ganho de qualidade possibilitada pela interação, mediante ato de simulação, por exemplo, interações intermoleculares; Execução de atividades através da máquina capaz de reproduzir a realidade do conhecimento químico, por exemplo, alteração da pressão de um gás;
Linguagem	Clara, consistente e coerente com a proposta progressista;
Classificação do *software*	Simulação aberta.

Fonte: Pesquisa de campo/análise do site.

Este *site nautilus* mostra uma diversidade de simulações - interações intermoleculares, alteração da pressão de um gás em função das variáveis – temperatura, volume e quantidade de moléculas etc. A transposição didática nesse *site* significa um ganho de qualidade com a adição de outras mídias, como, por exemplo, o som, ganho de qualidade possibilitada pela interação, mediante ato de simulação, por exemplo, interações intermoleculares, execução de atividades através da máquina capaz de reproduzir a realidade do conhecimento químico, como, por exemplo, alteração da pressão de um gás.

As linguagens imersas no *site* estão apresentadas sob a forma de texto, que expressam clareza, coerência e consistência. Ressaltamos que algumas simulações não possuem texto escrito. Por exemplo, os dois casos citados anteriormente - pressão de um gás e forças intermoleculares. O ponto fundamental neste caso ocorre em virtude da manipulação interacionista do

aluno na relação com o *software*. A qualidade das imagens estáticas é relevante e clara servindo como complemento das informações. As animações imersas no *site* analisado iniciam-se após intervenção do usuário. São relevantes e claras e servem como ideia principal das informações acerca do fenômeno químico observado. O contraste das cores de fundo e da fonte, no texto, de conteúdos tratados neste *site* como - entropia e desordem, equilíbrio químico, por exemplo - interfere positivamente no sentido de instigar o aluno a compreender o fenômeno observado. Por exemplo, a percepção do fenômeno da solubilidade dos sais, em que as cargas elétricas se apresentam com colorações diferentes, facilita a aprendizagem. A diagramação e a estética são adequadas, na medida em que provocam reflexões acerca da temática em discussão, com base nas figuras e gráficos presentes em cada espaço da discussão da temática trabalhada. O som é uma mídia não associada a este *site* analisado.

Do ponto de vista da classificação, este *site* se caracteriza como simulação aberta, pois em várias situações encoraja o aluno a refletir, elaborar hipótese e questionar, de modo que este *site* proporciona condições para o aluno elaborar seu conhecimento, portanto, é “construcionista”. (VALENTE, 2001). Este *site* propicia integração interdisciplinar – Química, Física, Matemática, bem como a interação professor/aluno/grupo/máquina. O *feedback* é dado ao aluno na interação com o objeto de aprendizagem. A dimensão técnica analisada neste *site* está condensada na tabela 24, a seguir:

Tabela 24 – Dimensão técnica do *site* nautilus

a. apresenta instruções de forma clara	( ) sim (x) não
b. indica as possibilidades de uso	(x) sim ( ) não
c. importa e exporta objetos	( ) sim ( ) não
d. fornece manual de utilização com linguagem apropriada	( ) sim (x) não
e. funciona em rede	(x) sim ( ) não
f. é auto-executável	(x) sim ( ) não
g. possui recursos de hipertextos e hiperlink	( ) sim (x) não
h. apresenta facilidade de navegação	(x) sim ( ) não
i. apresenta mensagens de erro	( ) sim (x) não

Do ponto de vista técnico, o *site* apresenta instruções de forma clara, indica as possibilidades de uso, funciona em rede, importa e exporta objeto, é auto-executável e apresenta facilidade de navegação. A seguir, discutiremos aspectos relativos à categorização do *site* na área de Química.

Tabela 25 - Aspectos relativos à categorização do *site* nautilus na área da Química.

Simulação aberta	Representação de fenômenos químicos do cotidiano;
Animação	Experimentos virtuais no laboratório;
Vantagens:	Reprodução eletrônica e geométrica de moléculas; Simula movimentos de atração eletrostática; Possibilita experimentação de situações de laboratório ou do mundo real e possibilita a reflexão dos alunos sobre propriedades químicas.
Limitações	Falta de textos explicativos sobre a temática discutida; Não dispõe de mensagem de erros conceituais; Não possui recurso de hipertextos e hiperlink;

Fonte: Pesquisa de campo/análise de site.

A categorização na área de Química é expressa na forma de simulação aberta de fenômenos químicos do cotidiano. Apresenta também animação de experimentos virtuais no laboratório, bem como a representação química de uma substância expressa graficamente, em equações e simbologias.

As vantagens deste *site* na área da Química se expressam mediante a reprodução eletrônica e geométrica de moléculas. Simula movimento de atração eletrostática, representam pictoricamente as estruturas moleculares possibilitam experimentação de situações de laboratório ou do mundo real e propiciam a reflexão dos alunos sobre propriedades químicas. As limitações do *site* analisado apresentam a falta de textos explicativos na discussão acerca das temáticas, pressão de um gás, forças intermoleculares e solubilidade de sais. Além disso, não dispõem de mensagem de erros conceituais, não possuem recurso de hipertextos e *hiperlink*.

Diante do exposto, concluímos que o *site* analisado é ferramenta de grande importância para o ensino de Química, no nível médio e na graduação. Um dos pontos relevantes desta análise se configura na base pedagógica, em que a concepção teórica de aprendizagem aponta para a dimensão progressista, cuja transposição didática significa auferir ganho de qualidade, com a possibilidade de interações qualificadas como simulações abertas.

Estas características potencializam o encorajamento do aluno para questionar, elaborar hipóteses, desconfiar da veracidade do conteúdo, enfim, proporcionam condições para o aluno elaborar seu conhecimento, com base nas observações e simulações acerca de cada fenômeno estudado, o que torna um ambiente significativo e instigante para a busca da aprendizagem.

Outros fatores são as linguagens imersas no *site*, mediante textos coerentes, imagens apropriadas, contraste de cores de fundo e da fonte no texto com diagramação e estética adequadas, além de aspectos técnicos, apresentando instruções de forma clara e indicação de possibilidade de uso, tendo como vantagem a simulação de aspectos eletrônicos e geométricos de estruturas moleculares e simulações virtuais de movimento da molécula e de forças eletrostáticas.

7.2.2 *Site* qmc.ufsc.br

A página *qmcweb* hospeda o *site* qmc.ufsc.br, o qual se expressa como espaço de apresentação de temáticas diversas da Química, quais sejam: a química do vinho, a química nuclear, cafeína - a droga psicotrópica mais consumida no mundo - cristais líquidos, aditivos químicos nos alimentos, forças intermoleculares e internet no ensino de Química.

QMCWeb - Revista Eletrônica de Química - UFSC

site: **www.qmc.ufsc.br/qmcweb/arquivo.html**

A base pedagógica que dar sustentação teórica a este *site* consubstancia uma concepção de aprendizagem conjugada, isto é,

progressista, centrada nas interações professor/aluno/conteúdo/tecnologia, para tratamento da temática 'internet no ensino de Química' e tradicional para tratamento das demais temáticas.

Esta abordagem tradicional – instrucionista – concebe o ensino/aprendizagem centrado no professor, no conteúdo e na tecnologia. A tabela a seguir mostra, de forma condensada, a base pedagógica do *site*.

Tabela 26 – Base pedagógica do site qmc.ufsc.br.

Concepção teórica de aprendizagem	(a) Progressista: centrada nas interações conjugadas: professor/aluno/conteúdo/tecnologia; para tratamento da Temática: 'internet no ensino de química'; (b) Tradicional: centrada no professor; para demais temáticas
Simulação	Experimento químico que mostra a quebra da tensão superficial da água;
Animações imersas no site	Exercícios dinâmicos com animação sobre os diferentes tipos de detergentes;
Ttransposição	(a) Na perspectiva progressista significa: ganho de qualidade possibilitada pela interação, mediante ato de simulação, por exemplo, reações químicas; Execução de atividades através da máquina capaz de reproduzir a realidade do conhecimento químico, por exemplo, reações de saponificação. (b) Na perspectiva tradicional significa: perda de qualidade, em termos de consistência teórica, o que significa mera reprodução do livro didático para o formato digital;
.Llinguagem	(a) Na perspectiva progressista, a linguagem está caracterizada por textos escritos, acrescido de animações e simulações; O ponto fundamental neste caso ocorre em função da manipulação interacionista do aluno na relação com o site; (b) Na perspectiva tradicional, a linguagem é clara, consistente, mas se limita à dimensão cognitivista do conhecimento.
. Classificação do site	(a) Na dimensão progressista, evidenciamos a animação, o que aponta para a dimensão construcionista; (b) Na dimensão tradicional, este site disponibiliza 'textos prontos' com excesso de informações químicas que o

	faz caracteriza-lo como “instrucionista”, propiciando ao aluno uma aprendizagem cognitivista.
Visual	O contraste das cores de fundo e da fonte, no texto não interferem diretamente no resultado do software utilizado.
Diagramação e estética do *software*	Adequada para a abordagem pedagógica proposta.

Este *site* mostra uma diversidade de textos que versam sobre as mais variadas temáticas – água, química dos alimentos, diluição de soluções - todos trabalhados numa perspectiva tradicional, e aborda uma temática ‘internet no ensino de Química’, numa perspectiva progressista que sintoniza os requisitos desta abordagem.

Verificamos este fenômeno mediante ato da transposição didática, quando se observa um ganho de qualidade com a adição de simulações de reações químicas simbolizadas pelas reações de saponificação, em que se observa a quebra da tensão superficial da água. Verificamos também experimentos virtuais em laboratório e exercícios dinâmicos, com animação, sobre os diferentes tipos de detergentes.

Este mesmo *site* disponibiliza na rede a discussão sobre outras temáticas da Química, apresentando basicamente ‘textos rígidos’, fechados na discussão teórica, que se limita a uma transcrição literal do livro para a extensão html. A transposição didática nesse *site* acerca da dimensão tradicional significa perda de qualidade, em termos de consistência teórica, o que quer dizer mera reprodução do livro didático para o formato digital.

A dimensão tradicional do *site* apresenta uma linguagem sob a forma de texto que expressa do ponto de vista teórico, clareza, coerência e consistência, mas se limita à dimensão cognitivista do conhecimento. Os textos são densos e apresentam uma gama grande de informações acerca do conhecimento químico.

Ressaltamos que a dimensão progressista imersa no *site* está afeta à temática ‘internet no ensino de Química’, cuja linguagem está caracterizada por textos escritos, acrescidos de animações e simulações. O ponto fundamental neste caso ocorre em virtude da manipulação interacionista

do aluno na relação com o *site*. A qualidade das imagens estáticas é relevante e clara servindo como complemento das informações. As animações imersas no *site* analisado iniciam-se após intervenção do usuário são relevantes e claras e servem como idéia principal das informações acerca do fenômeno químico observado.

O contraste das cores de fundo e da fonte, no texto, de conteúdos tratados neste *site* interfere positivamente no sentido de instigar o aluno a compreender o fenômeno observado. Por exemplo, a percepção do fenômeno da formação de micelas e emulsificação do sabão sobre a água e a gordura, facilitando a aprendizagem do aluno. Na dimensão tradicional do *site,* a diagramação e a estética são confusas, preenchendo todo o espaço da tela com informações químicas.

A proposta não designa espaço para reflexão, mas para memorização do conteúdo exposto. Na dimensão progressista, a diagramação e a estética são adequadas, na medida em que provocam reflexões acerca da temática em discussão, desde as figuras e gráficos presentes em cada espaço da discussão da temática trabalhada. O som é um meio não associado ao *site* analisado, em suas duas dimensões.

Do ponto de vista da classificação, este *site* se caracteriza como um comportamento conjugado. Na dimensão progressista, evidenciamos a animação, conduzindo o aluno a refletir, a questionar acerca do porquê da ocorrência de cada fenômeno químico analisado, de modo que proporciona ao aluno condições para elaborar seu conhecimento acerca da temática, o que aponta para a dimensão “construcionista”. (VALENTE, 2001). Na dimensão tradicional, este *site* disponibiliza ‘textos prontos’, com excesso de informações químicas, que o faz caracteriza-lo como “instrucionista” (VALENTE, 2001), propiciando ao aluno uma aprendizagem cognitivista. O *feedback* é dado ao aluno pelo professor na interação com a máquina.

A tabela 27 mostra a dimensão técnica do *site* analisado.

Tabela 27 – Dimensão técnica do site qmc.ufsc.br

a. apresenta instruções de forma clara	(x) sim ( ) não
b. indica as possibilidades de uso	(x) sim ( ) não
c. importa e exporta objetos	(x) sim ( ) não
d. fornece manual de utilização com linguagem apropriada	( ) sim (x) não
e. funciona em rede	(x) sim ( ) não
f. é auto-executável	(x) sim ( ) não
g. possui recursos de hipertextos e hiperlink	( ) sim (x) não
h. apresenta facilidade de navegação	(x) sim ( ) não
i. apresenta mensagens de erro	( ) sim (x) não

Fonte: Pesquisa de campo/análise de site.

Do ponto de vista técnico, o *site* apresenta instruções de forma clara, indica as possibilidades de uso, funciona em rede, importa e exporta objeto, é auto-executável e apresenta facilidade de navegação. A seguir, discutiremos aspectos relativos à categorização do *site* qmc.ufsc.br, na área de Química.

Tabela 28 - Categorização do *site* qmc.ufsc.br, na área da Química

Animação	(a) Na vertente progressista, sob a forma de animação, experimentos virtuais no laboratório; (b) Na vertente tradicional, reprodução do conteúdo do livro para o formato digital.
Vantagens:	(a) Na vertente progressista, evidenciamos a reprodução de reações químicas evidenciando as forças de atração eletrostática na forma de micelas e emulsão, mediante reação química de saponificação; Possibilita animação que evidencia a diminuição da tensão superficial da água (b) Na vertente tradicional, as vantagens se coadunam com a discussão teórica acerca do conteúdo químico.
Limitações	(a)Excesso de textos explicativos sobre a temática discutida; (b) Não dispõe de mensagem de erros conceituais.

Fonte: Pesquisa de campo/análise de site.

A tabela 28 mostra que a categorização na área de Química, na vertente progressista, é expressa na forma de animação de experimentos virtuais no laboratório, bem como mediante representação química de uma substância expressada graficamente, por meio de equações e simbologias. Na

vertente tradicional, é expressa como mera reprodução do conteúdo do livro para o formato digital.

Um *site* que apresenta uma concepção teórica de aprendizagem com características conjugadas possui a vantagem de vivenciar os dois lados - tradicional e progressista.

As vantagens do lado progressista deste *site* na área da Química são expressas mediante a reprodução de reações químicas, evidenciando as forças de atração eletrostáticas na formação de micelas e emulsão, mediante reação química de saponificação possibilitam animação, que evidencia a diminuição da tensão superficial da água e possuem recurso de hipertextos e *hiperlink*.

Na vertente tradicional, as vantagens se coadunam perante a discussão teórica acerca do conteúdo químico. As limitações do *site* estão relacionadas ao excesso de textos explicativos concernentes à discussão de temáticas da Química. Além disso, não dispõem de mensagem de erros conceituais.

Assim, podemos concluir que o *site* focalizado mostra grande quantidade de informações e conhecimento químico, tornando-se ferramenta de grande importância para o ensino/aprendizagem.

O ponto relevante desta análise se configura no entendimento de que a base pedagógica que sustenta a concepção teórica de aprendizagem aponta para uma dimensão híbrida. Uma parte progressista, cuja transposição didática é traduzida em ganho de qualidade, com a possibilidade de interações qualificadas, como animações. Outra dimensão, tradicional, a qual se caracteriza por apresentar excesso de textos informativos sobre as diversas áreas da Química, na busca da aprendizagem. A linguagem imersa neste *site* conjugado apresenta, na dimensão tradicional, textos claros e imagens apropriadas, porém, com diagramação e estética inadequadas. Na dimensão progressista, traz instruções de forma clara e indicação de possibilidade de uso, tendo como vantagem a interação qualificada como animação de aspectos do movimento da molécula e de forças eletrostáticas. Recomendamos a utilização deste *site* em ambiente de ensino/aprendizagem, na área de Química, com ressalvas.

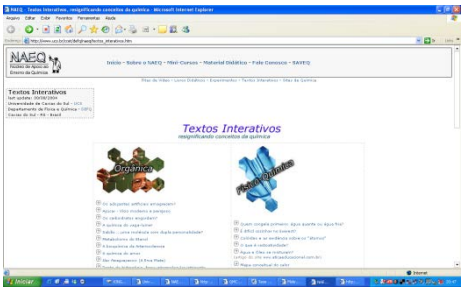
7.2.3 S*ites* ucs.br; chemkeys e quark.

Os *sites* ucs.br; *chemkeys e quark* se configuram como espaços de apresentação de várias temáticas da Química. O *site* ucs.br hospedado na página Naeq, por exemplo, apresenta textos interativos - ressignificando conceitos da química, na área de Química Orgânica e Físico-Química.

Os *sites chemkeys e quark* disponibilizam textos que versam sobre a Química Geral e a Química Orgânica. Estes *sites* apresentam o mesmo perfil característico que apontam a concepção teórica da aprendizagem na direção tradicional razão por que estão sendo analisados conjuntamente.

A base pedagógica está centrada na tecnologia, no conteúdo e no professor. O *site* ucs.br apresenta como proposta textos interativos, porém, a interatividade acontece somente na proposta, visto que são somente textos transcritos do formato papel para o formato digital. A figura 33 mostra uma configuração típica de tela do *site* ucs.br.

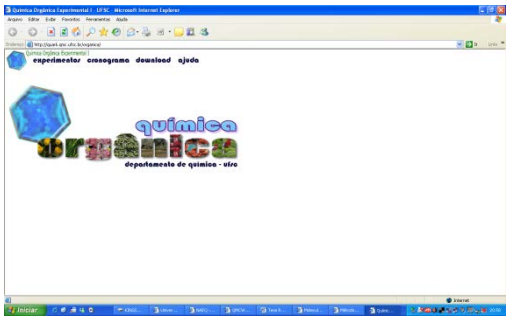
Figura 33 – Tela típica que representa o site ucs.br



Em seguida, veremos o *site quark* que disponibiliza um conjunto de textos de Química Orgânica, versado de forma linear tradicional. O traço perfilar deste *site* se resume a disponibilizar o conteúdo para o formato digital, apresentado em muitos textos informativos.

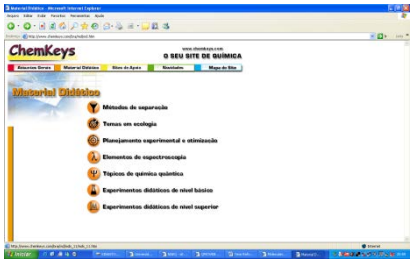
A figura 34 mostra uma configuração típica de tela do *site quark*.

Figura 34 – Tela típica representando o *site quark*



O *site chemkeys* apresenta diversas opções, como assuntos gerais, material didático, *sites* de apoio e novidades e mapas do *site*. Destes, o *site chemkeys* é aquele que mais se aproxima da abordagem progressista, dado o universo de opções para o aluno navegar, mas a idéia preponderante da proposta pedagógica é tradicional.

Figura 35 – Tela típica representando o site chemkeys.



A base pedagógica que dá sustentação teórica a estes *sites* analisados é tradicional, centrado na tecnologia, no conteúdo e no professor. O tratamento das diversas temáticas na área de Química se resume a disponibilizar o conteúdo, passando do formato papel para o formato digital, apresentado em muitos textos informativos. A seguir, veremos, sob forma de tabelas, as características dos *sites* analisados, nas dimensões, base pedagógica, aspectos técnicos e categorização dos *sites* na área de Química, contidos na grade de análise para avaliação de *sites e software*. Na tabela 29, veremos, de forma condensada, as características dos *sites* analisados, correspondentes à dimensão base pedagógica.

Tabela 29 – Base pedagógica dos *sites* ucs, *chemkeys e quark*

Concepção teórica de aprendizagem	Tradicional: centrada no professor, na tecnologia e no conteúdo.
Transposição didática	A abordagem é instrucionista acarretando perda de qualidade, em termos de consistência teórica, em que se constata mera reprodução do livro didático para o formato digital.
Linguagem	A linguagem é clara, consistente, mas se limita à dimensão cognitivista do conhecimento.
Classificação dos sites	Estes sites disponibilizam 'textos prontos' com excesso de informações químicas que o faz caracterizá-lo como instrucionista, propiciando ao aluno uma aprendizagem cognitivista.
Visual	O contraste das cores de fundo e da fonte, no texto não interferem diretamente no resultado do software utilizado.
Diagramação e estética do *software*	Adequada para a abordagem pedagógica proposta.

Fonte: Pesquisa de campo/análise dos sites.

Estes *sites* disponibilizam na rede, discussões sobre temáticas da Química, apresentando basicamente: 'textos rígidos', fechados na discussão teórica, que se limita a uma transcrição literal do livro para o formato digital. A transposição didática, nestes *sites,* acerca da dimensão tradicional e instrucionista, significa perda de qualidade, em termos de consistência teórica.

A dimensão instrucionista dos *sites* apresenta uma linguagem sob a forma de texto, que expressam, do ponto de vista teórico, clareza, coerência e consistência, mas se limitam à dimensão cognitivista do conhecimento. Os textos são densos e 'rígidos'. A qualidade das imagens estáticas é relevante e clara, mas servem apenas como complemento das informações. O contraste das cores de fundo e da fonte, no texto, de conteúdos tratados neste *site*, interfere positivamente no sentido de instigar o aluno a compreender o fenômeno observado. Na dimensão tradicional do *site*, a diagramação e a estética são confusas, preenchendo todo o espaço da tela com informações químicas. A proposta não designa espaço para reflexão, mas para

memorização do conteúdo exposto. O som é um meio não associado ao *site* analisado, em suas duas dimensões.

Do ponto de vista da classificação, os *sites* analisados se caracterizam por disponibilizar, na rede, 'textos prontos', rígidos e com excesso de informações químicas, o que o faz caracteriza-lo como "instrucionista" (VALENTE, 2001), propiciando ao aluno uma aprendizagem cognitivista. O *feedback* é dado ao aluno pelo professor na interação com a máquina. A tabela 27 disponibiliza os dados concernentes à dimensão técnica.

Tabela 30 – Dimensão técnica dos *sites*: ucs, *chemkeys e quark*

a. apresenta instruções de forma clara	(x) sim ( ) não
b. indica as possibilidades de uso	(x) sim ( ) não
c. importa e exporta objetos	(x) sim ( ) não
d. fornece manual de utilização com linguagem apropriada	( ) sim (x) não
e. funciona em rede	(x) sim ( ) não
f. é auto-executável	(x) sim ( ) não
g. possui recursos de hipertextos e hiperlink	(x) sim ( ) não
h. apresenta facilidade de navegação	(x) sim ( ) não
i. apresenta mensagens de erro	( ) sim (x) não

Fonte: Pesquisa de campo/análise de sites.

Do ponto de vista técnico, os *sites* apresentam instruções de forma clara, funcionam em rede, importam e exportam objeto são auto-executáveis e apresenta facilidade de navegação. Estes *sites* não apresentam mensagem de erros. A seguir, trabalharemos a tabela 31, que ressalta resumidamente a categorização dos *sites* analisados.

Tabela 31 - Categorização dos *sites* ucs, *chemkeys e quark*, na área da Química.

Vantagens	Possibilitam discussões teóricas acerca do conteúdo químico; Possuem recurso de hipertextos e hiperlinks; Disponibilizam grande quantidade de informações e conhecimentos químicos ao aluno.
Limitações	Excesso de textos explicativos sobre a temática discutida; Não dispõe de mensagem de erros conceituais.

Fonte: Pesquisa de campo/análise de sites.

As vantagens destes *sites* analisados estão ao redor da discussão teórica acerca do conteúdo Químico trabalhado. Possuem recurso de hipertextos e *hiperlink*. As limitações dos *sites* estão relacionadas ao excesso de textos explicativos concernentes à discussão de temáticas da Química. Além disso, não dispõem de mensagem de erros conceituais.

Concluímos que os *sites* analisados expressam grande quantidade de informações e conhecimento químico, com excesso de textos informativos. O ponto relevante da análise configura-se no entendimento de que a base pedagógica que sustenta a concepção teórica de aprendizagem é tradicional, instrucionista, isto é, o ensino é centrado no professor, no conteúdo e na tecnologia.

A linguagem imersa nestes *sites* apresenta textos claros e imagens apropriadas, porém, com diagramação e estética inadequadas, confusas. Assim, concluímos que o professor e o aluno, ao utilizarem estas ferramentas de ensino em ambiente de ensino/aprendizagem na área de Química, precisam tornar-se conscientes de que é necessário fazer uma avaliação criteriosa sobre a tecnologia utilizada.

Nesta perspectiva, para responder aos objetivos desta pesquisa, estabeleceremos um rápido confronto de idéias e pensamentos entre o discurso dos professores e o resultado da análise dos *sites e softwares* utilizados pelos professores de Química, visto que estarão expressas mais detidamente nas considerações finais. Detectamos no confronto que a inserção das ferramentas tecnológicas na prática educativa possibilita debates que sugerem a busca concreta de alternativas metodológicas que propõe trabalhar o objeto de ensino de química, sob uma racionalidade pedagógica diferente da convencional, em que destacamos as dimensões da interatividade, dinamicidade, simulações virtuais e modelagem de estruturas de substâncias químicas.

O discurso do professor também atribui uma importância significativa às tecnologias digitais utilizadas como ferramentas pedagógicas no ensino de química, visto que expressam rapidez e eficiência na obtenção de informações e conhecimentos. Possibilita fazer simulações virtuais e modelagem de estruturas moleculares, ângulos de ligações, potenciais eletrostáticos, enfim, um conjunto de fenômenos químicos que estão em

consonância com os resultados obtidos da análise de sites e softwares utilizados na sala de aula pelos professores de química da UFPI.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Diante do exposto, até então, o que fica patenteado no plano do discurso do professor é o fato de que as razões positivas para justificar a utilização das tecnologias digitais no ensino de Química estão apontadas para diversas categorias que confirmam o resultado da nossa análise, quais sejam, velocidade e eficácia na busca de conhecimentos, acesso a informações atualizadas, acesso a novos conhecimentos e maior agilidade no aprendizado ensejando professores e alunos a aquisição de informações recentes e possibilidades de acesso a novos conhecimentos.

O discurso dos professores nem sempre está em consonância com o resultado da análise sobre o uso de *sites e softwares* educativos no ensino/aprendizagem na área de Química, em que se destaca a possibilidade de fazer simulação mediante experimentos virtuais e aquisição de informações e conhecimentos com maior velocidade, quantidade e dinamismo. O uso de *softwares* de Química na sala de aula, por exemplo, desenvolve as seguintes finalidades: (a) confecção de gráficos e dados estatísticos da Química; (b) desenho de moléculas e cálculo de ângulos de ligações; (c) atualização sobre conteúdos de química da área de quântica e (d) discussão sobre erros conceituais em química na estequiometria, enfim, sobre as questões relativas ao processo de ensino/aprendizagem na Química.

Detectamos também nessa pesquisa que os professores destacam a necessidade de avaliar *sites e softwares* antes de sua utilização na sala de aula, cuja finalidade aponta para que a qualidade seja prevalecida. Entretanto, nem sempre o resultado da seleção e avaliação feita pelo professor, acerca do uso dessas ferramentas, está em consonância com a análise desta pesquisa, haja vista que vários *sites e softwares* avaliados apresentam problemas de inconsistência teórico-metodológica.

Os critérios de seleção e avaliação das ferramentas tecnológicas, objeto desta pesquisa, estão fundamentados em três vertentes: base pedagógica/ concepção teórica de aprendizagem; aspecto técnico do software e categorização na área da química. A avaliação objetiva cotejar *sites e*

softwares de Química utilizados na prática pedagógica para ensejar a busca da qualidade da tecnologia na dimensão do conteúdo, metodologia, enfim, da prática pedagógica. Ressaltamos, ainda, a importância de se selecionar *softwares* gratuitos na perspectiva da construção do sentimento de acesso a todos, numa compreensão democrática.

O discurso dos professores revelou também, em consonância com o resultado da nossa análise, que a estratégia metodológica utilizada para a inserção de *softwares* específicos no ensino de Química passa necessariamente por duas propostas pedagógicas: (1) centrada no professor e no conteúdo, em que é feita uma exposição inicial e uma exploração do *software* guiado pelo professor e, por fim, uso do software como exercício, ou seja, posterior à exposição teórica e (2) centrada nos alunos, sendo feita uma exploração do *software* pelos estudantes; uma concepção dos alunos como multiplicador (aproximando-os do papel de professor) e uma discussão teórica direcionada para a exploração do *software* e não o inverso. A inserção dessas tecnologias no ambiente escolar implica a detecção de pontos positivos, em que se destaca a motivação do aluno na busca do conhecimento, dependendo da forma de utilização da tecnologia; destacamos também a vantagem de se ter acesso a grande volume de informações e conhecimentos, via *internet*, o qual seria difícil acessar de outra forma.

De modo similar, detectamos alguns pontos negativos que emergiram do discurso dos professores, os quais se destacam: a dificuldade dos alunos, em termos de conhecimento para navegar na grande rede, fato que desmotiva e afasta o aluno dessa atividade; a falta de acesso contínuo à rede de informática, tornando-se um elemento complicador dessa utilização, visto que o manuseio da ferramenta tecnológica depende de experimentação, de maturação e vivência para alcançar o êxito planejado; a detecção de erros conceituais e inconsistência teórica de conteúdos específicos contido em alguns *softwares*; por fim, a falta de domínio teórico do professor para trabalhar o conteúdo imerso no *software*.

Detectamos, no discurso dos professores, o fato de que a grande resistência dos professores concernente ao uso das tecnologias digitais no ensino de Química se expressa na falta de domínio técnico para utilização da ferramenta, no medo do desconhecido, no temor da possibilidade da mudança

na forma e no conteúdo, na falta de infra-estrutura da instituição onde exerce sua atividade profissional e na acomodação ao que está posto como forma de resistência.

A contribuição desta pesquisa, sob ponto de vista metodológico, ocorre na medida em que sugere, mediante discurso dos professores, a crença numa prática pedagógica de Química permeada de tecnologias digitais que privilegia a interatividade e a dinamização como categorias capazes de suplantar o conformismo da memorização mecânica de nomes e fórmulas, regras e nomenclaturas. Assim, fica patenteado, no plano da prática educativa, a necessidade de uma ontologia capaz de instituir uma metodologia que possibilite discussão global sobre o objeto de ensino de Química, rompendo com o método cartesiano que preconiza a supervalorização da lógica positivista que converge a transposição do conhecimento em linhas de causalidade, do professor para o aluno.

Os resultados obtidos neste trabalho se limitam às tecnologias *sites* e *softwares* de Química. Outras ferramentas tecnológicas como plataformas de ensino, videoconferência e teleconferência foram mencionadas, porém não aprofundada e analisada porque não era objetivo desta pesquisa. Estamos cientes da importância dessas tecnologias para o ensino/aprendizagem de Química, por isso, sugerimos para trabalhos futuros, outros estudos que contemplem essas demandas tecnológicas mencionadas; bem como, sobre a formação de professores de química alinhada com o discurso de práticas educativas permeadas de tecnologias digitais evidenciada no discurso do professor.

REFERÊNCIAS

AMBROGI, A.; VERSOLATO E.F.; LISBOA, J.C.F. *Unidades modulares de química*. São Paulo: Hamburg, 1987.

BALENA, Osvaldo. Utilizando a modelagem e a simulação computacional no estudo do comportamento dos gases.

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo.* [Trad. Luis Antero Reto & Augusto pinheiro]. Lisboa: Edições 70, 1988.

BECKER, Fernando. *O que é construtivismo?* In: Idéias, n. 20, São Paulo: FDE, 1993.

BELTRAN, Nelson Orlando; CISCATO, Carlos Alberto Matoso. *Química.* 2 ed. São Paulo: Cortez, 1991. (Coleção Magistério 2º Grau. Série Formação Geral).

BEHRENS, Marilda Aparecida. *O paradigma emergente e a prática pedagógica*. 2.ed., Curitiba-PR: Champagnat, 2000.

BIANCHETTE, Lucídio. Da chave de fenda ao leptop: tecnologia digital e novas qualificações – desafios à educação. Petrópolis – RJ: Vozes, 2001.

BOGDAN, C.Robeto & BIKLEN, Sari Knopp. *Investigação qualitativa em educação:* uma introdução à teoria e aos métodos. Coimbra: Editora Porto, 1994.

BRUNNER, José Joaquín. Educação no encontro com as novas tecnologias. In:TEDESCO, Juan Carlos (Org.). *Educação e novas tecnologias*: esperança ou incerteza? São Paulo: Cortez; Buenos Aires: Instituto Internacional de Planeamiento de la Educacion; Brasília: UNESCO, 2004.

Campos, G.H.B. de & Rocha, A.R. (1993). Avaliação da qualidade de Software Educacional. *Em Aberto*, 12 (57).

CANIVEZ, P. *Educar o cidadão?* Campinas: Papirus, 1991.

CARRAHER, David William. *Educação tradicional e educação moderna*. 3.ed., Petrópolis-RJ: Vozes, 1998.

CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede.* [Trad. Roneide Venâncio Majer]. 3.ed., São Paulo: Paz e Terra, 1999. (v.1).

COSTA, Valéria Machado da *et al. Avaliação de sites educacionais de Química e Física:* um estudo comparativo. In: IX WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, XXIII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. Anais. Campinas, 2003.

GOMES, Alex Sandro Gomes *et al. Avaliação de software educativo para o ensino de matemática.* Disponível em: www.cin.ufpe.br. 2002.

DALLACOSTA, A. *et al.* Desenvolvimento de um Software Educacional para o Ensino de Química Relativo à Tabela Periódica, *IV Congresso RIBIE,* Brasília 1998.

CHASSOT, Atico Inácio. *Educação no ensino da química.* Ijuí: Livraria UNIJUí Ed., 1990.

_____. Alquimiando a química. SBQ: *Química Nova na Escola*. n.1, p.20-22, maio, 1995.

_____.*Alfabetização científica*: questões e desafios para a educação. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2000.

COMTE, Auguste. *Curso de filosofia positiva.* [Trad. José Arthur Giannotti]. São Paulo: Abril, 1973 (Os pensadores, 33).

COVRE, Maria de Lourdes Manzini *et al*. *A cidadania que não temos*. São Paulo: Brasiliense, 1986.

DEMO, Pedro. *Participação é conquista*. São Paulo: Cortez e Autores Associados, 1988.

EICHLER, M; PINO, J.C.D. Jornais e revistas on line: busca por tema gerador. *Química Nova na Escola,* n.9, p.6-8, maio 1999.

_____. Popularização da ciência mídia digital no ensino de Química. *Química Nova na Escola,* n.15, p.24-27, maio/2002.

_____. Modelagem e implementação de ambientes virtuais de aprendizagem em ciências. 2000.

EICHLER, M.L. O Uso do Computador no Ensino de Química: Fundamentos Teóricos. *Anais: Conferência Internacional Educação para o Futuro*. São Paulo, 1993.

ECO, Umberto. *From internet to Gutenberg*. Parte IV. Palestra proferida na Italian Academy for Advanced Studies in América, 1996. Acesso em:[http://www.italynet.com/Columbia/internet.htm].

FARIAS, Isabel Maria Sabino de. Os professores e as tecnologias na escola: limites e perspectivas da inovação*. Revista Brasileira de Tecnologia Educacional*. Ns. 159/160, Vs. 30/31, out-dez/2002 e jan-mar/2003.

FELTRE, Ricardo. *Química*. 5.ed., São Paulo: Moderna, 2000.

FERREIRA, J.Técio B. & ZARBIN, Paulo H.G. A comunicação química entre os insetos. SBQ: *Química Nova na Escola.* n.7, p.3-6, maio, 1998.

FULLAN, M. *The New Meaning of Educational Change.* 2.ed., London: Cassell Educational, 1991.

GOMES, Alex Sandro *et al. Avaliação de software educativo para o ensino de matemática*. In: Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática Educativa. São Leopoldo: SBC, 2002.

GIORDAN, Marcelo. Educação em Química e Multimídia. SBQ: *Química Nova na Escola*. n.6, p.6-7, novembro, 1997.

_____. A internet vai à escola: domínio e apropriação de ferramentas culturais. Educação e Pesquisa, USP, São Paulo, v.31, n.1, p57-78, jan/abr, 2005.

GLATER, Ron. A gestão como meio de inovação e mudança nas escolas*.* In: NÓVOA, Antonio (Coord.). *As organizações escolares em análises*. 2.ed., Lisboa: Publicações Dom Quixote/Instituto de Inovação Educacional, 1995.

GUTZ, Ivano G.R. *Internet* – panacéia para o ensino de química? www.obq.ufc.br/opinial. Acessado em: novembro/2004.

HAVELOCK, R.G; HUBERMAN, A.M. *Inovación y problemas de la educación.* Paris: UNESCO-OIE, 1980.

HOFSTEIN, A. *et al*. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. *International Journal of Science Education, v.10, n.4, p.357, 1988.*

HOLMAN, John. Editor's introduction: Science-technology-society. *International Journal of Science Education, v.10, n.4, p.343-345, 1988.*

LEFERBVRE, Henry. *La presencia y la ausencia*: contribuicion a la teoria de las repesentacion*s.* Fondo de Cultura Econômica, México, 1983.

LOLLINI, P. *Didática e Computadores - Quando e como a informática na escola.* São Paulo: Edições Loiola, 1991.

LEMBO, A. *Química:* realidade e contexto. São Paulo: Ática, 2001.

LÉVY, Pierre. *Cibercultura*. [Trad. Carlos Irineu da Costa]. São Paulo: Ed. 34, 1999.

LIBÂNEO, José Carlos. *Adeus professor, adeus professora?*: novas exigências educacionais e profissão docente. 5 ed., São Paulo: Cortez, 2001.(Coleção Questões da Nossa Época. V.67).

_____.*Democratização da escola pública:* a pedagogia crítico-social dos conteúdos. 9.ed., São Paulo: Loyola, 1990.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. Reações químicas: fenômeno, transformação e representação. SBQ: *Química Nova na Escola.* n.2, p.7-9, novembro, 1995

_____. *Conhecimento escolar:* ciência e cotidiano. Rio de Janeiro: EDUERJ, 1999.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A*. Pesquisa em educação:* abordagens qualitativas. São Paulo: Cortez, 1986.

LUTFI, Mansur. *Cotidiano e educação em química:* os aditivos em alimentos como proposta para o ensino de química no segundo grau. Ijuí: Unijuí, 1988.

_____.*Os ferrados e os cromados*: produção social e apropriação privada do conhecimento químico. Ijuí: Editora Unijuí, 1992.

MALDANER, Otávio Aluísio. *A formação inicial e continuada de professores de Química:* professores pesquisadores.Ijuí: Ed. Unijuí, 2000. (Coleção educação em Química).

MALDANER, Otávio Aluísio; PIEDADE, Maria do Carmo Tocci. Repensando a química. SBQ: *Química Nova na Escola.* n.1,p.15-19, maio, 1995

MALDANER, Otávio Aluísio; ZAMBIAZI, Rui. *Química:* consolidação de conceitos fundamentais. Ijuí: Editora da Unijuí, 1995.

MATUI, Jiron. *Constutivismo:* teoria construtivista sócio-histórica aplicada ao ensino. São Paulo: Moderna, 1995.

MELEIRO, A; GIORDAN, M. Hipermídia no ensino de modelos atômicos. *Química Nova na Escola,* n.10, 17-20, nov. 1999.

McKAVANAGH, Charles; MAHER, Mary. Chalenges to sciience education and the STS response. The Australian Science Teacher Jounal, v.28, n.2, p. 69-73, 1982.

MELO, Edna Silva do Nascimento; MELO, João Ricardo Freire de Melo. Software de simulação no ensino de química*:* uma representação social na prática docente. ETD – *Educação Temática Digital,* Campinas, v.6, n.2, p.43-52, junhp, 2005.

MESSINA, Graciela. *Mudança e inovação educacional:* notas para reflexão. Disponível em: http://www.scielo.br. Publicado em 2001.

MINATTI, Édison (Coord.). QMCWeb – Revista eletrônica em Química. Florianópolis: UFSC, 2004. site: www.qmc.ufsc.br/qmcweb/arquivo.html, acessado em 13/11/2004.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. *Ensino:* as abordagens do processo. São Paulo: EPU, 1986.

MÒL, Gerson de Souza; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. *Química na sociedade:* projeto de ensino de química em um contexto social. Brasília: Editora da UnB, 1998.

MÓL, Gelson S. *et al. Química e Sociedade*. Química: coleção Nova Geração. Módulo 2. São Paulo: Editora Nova Geração, 2004.

MORAN, José Manuel. Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias. In: Romanowski, Joana Paulin; MARTINS, Pura Lúcia Oliver; JUNQUEIRA, Sérgio Rogério Azevedo (Orgs.). *Conhecimento Local e conhecimento universal***:** diversidade, mídia e tecnologias na educação, Curitiba: Champagnat, 2004.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Concepções atomísticas dos estudantes. SBQ: *Química Nova na Escola.* n.1, maio, 1995.

MORTIMER, E.F; MACHADO A.H. *Química para o ensino médio:* volume único. São Paulo: Scipione, 2002.

NAVARRO, Manuel Rivas. *Innovación Educativa*: teorías, procesos y estrategias. Madrid: Editorial Síntesis/AS, 2000.

OLIVEIRA, Celina Couto de; COSTA, José Wilson da; MOREIRA, Mercia. *Ambientes informatizados de aprendizagem*: produção e avaliação de software educativo. Campinas: Papirus, 2001.

ORLANDI, Eni Pulcinelli. *A linguagem e seu funcionamento*: as formas do discurso. 2.ed., Campinas-SP: Pontes, 1987.

PAPERT, Seymour. *A máquina das crianças*: repensando a escola na Era da Informática. [Trad. Sandra Costa]. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PARENTE, Letícia Tarquínio de Sousa. *Bachelar e a química:* no ensino e na pesquisa. Fortaleza: Editora da UFC/Stylus Publicações, 1990.

QUADROS, Ana Luiza de. Os feromônios e o ensino de química. SBQ: *Química Nova na Escola.* n.7, p.11-14, maio, 1998.

KENSKI, Vani Moreira. *Tecnologia e ensino presencial e a distância.* Campinas-SP: Papirus, 2003 (Série Prática Pedagógica).

ROCHA, Ana Regina C. da. *Qualidade de software teoria e prática.* São Paulo: Prentice Hall, 2001

ROCHA, Ana Regina C. da *et al. Ambientes para desenvolvimento de software*: definição de termos. PESC: junho, 1987.

ROCHA, A.R.C & CAMPOS, G.B. *Avaliação de qualidade de software educacional*. São Paulo. Em aberto, n.57, v.12, 1992.

RUSSEL, John Blair. *Química Geral*. 2.ed.,São Paulo: Makron Books, 1994.

SALOMON, Joan. Science technology and society courses:tools for thinking about social issues. International Jounal of Science, v.10, n.4, p. 379-387, 1988.

SANCHEZ, Fábio. *O e-learning no limite entre a pedagogia e o commoditie*. Revista @prender virtual. http://www.aprendervitual.com/ver_noticia. Acesso em 13/11/2004.

SANTOS FILHO, José Camilo & GAMBOA, Sílvio Sánches (Org.). *Pesquisa educacional:* quantidade-qualidade. 3.ed., São Paulo: Cortez, 2000 (Coleção questões da nossa época; v.42).

SANTOS, Edméa Oliveira. Ambientes virtuais de aprendizagem: por autorias livres, plurais e gratuitas. *Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade*, Salvador-BA, v.11, n.18, p.425-435, jul./dez., 2002.

SANTOS, W.L.P *et al.* Química e Sociedade: uma experiência de abordagem temática para o desenvolvimento de atitude e valores. *Química Nova na Escola,* n.20, p.11-14, nov./2004.

SILVA, C.R. & VARGAS, C.L.S. *Avaliação de qualidade de software educacional.* Anais do XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1999.

Giordan, M. *O papel da experimentação no ensino de ciências*. Química Nova na Escola n. 10, p. , 1999.

SANTOS, Wildson Luis Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. *Educação em química*: compromisso com a cidadania. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1997 (Coleção Educação).

SÁ FILHO; SOARES, Clovis.*O computador como agente transformador da educação e o papel do objeto de aprendizagem. www.ufc.br/artigo.* Acesso em 2001.

SCAPIN, Rafael Humberto; MAREGA Jr, Euclides. *Utilização de um software para criação e gerenciamento de cursos online num curso para professores da rede pública.* Revista Brasileira de Informática na Educação: SBC. v.11, n.2, jul/dez, 2003.

SILVEIRA, Sérgio Amadeu da. *Exclusão digital*: a miséria na era da informação. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2001.

SILVA, C.M.T.da; AZEVEDO, N.S.N.de. Mudanças na formação de professores: proposta de estratégia em relação às tecnologias de informação e comunicação. *Ensaio*: aval.pol.públ.Educ., Rio de Janeiro, v.9, n.31, p.193-204, abr./jun., 2001.

SOUSA, João Aires de. *Química na Internet*. Departamento de Química. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2825. Monte da Caparica. Portugal, 2004.

TEDESCO, Juan Carlos (Org.). *Educação e novas tecnologias*: esperança ou incertezas?. São Paulo: Cortez; Buenos Aires: Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación; Brasília: UNESCO, 2004.

THIOLLENT, Michel Jean-Marie. Aspectos qualitativos da metodologia de pesquisa com objetivos de descrição, avaliação e reprodução*. Caderno de Pesquisa*. São Paulo (49), p.45-50, maio/94.

_____. *Metodologia da pesquisa-ação.* 7.ed., São Paulo: Cortez, 1996.

TOFFLER, Alvín, *A terceira onda.* [Trad. João Távora]. 21 ed. Rio de Janeiro: Record, 1995.

TRIVINÕS, August N. S. *Introdução a pesquisa em Ciência Sociais:* a pesquisa qualitativa em educação*.* São Paulo: altos, 1987.

VALENTE, José Armando (Org.). *Computadores e conhecimento*: repensando a educação. 2.ed., Campinas – SP: Unicamp/NIED, 1998.

VALENTE, J .A. (Org.) O Computador na Sociedade do Conhecimento. Campinas: Nied-Unicamp, 1999.

_____. Informática na educação: como, para que e por que. Disponível em www.sbbq.org.br/revista/artigo. publicado em 2001.

VÁZQUEZ, Adolfo Sánchez. *Filosofia da práxis***.** 4.ed., Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1990.

VIANA JÚNIOR, Geraldo Silveira; CASTRO FILHO, José Aires de. *Avaliação de software para o ensino de música*: reconhecendo a singularidade do discurso musical. Disponível em: www.unisinos.br/congresso/sbc. Publicado em 2005/sessao.wie

VIEIRA, Sérgio Lontra. *Contribuições e limitações da informática para a educação química.* UNICAMP/Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, 1997.

VIEIRA, Fábia Magali Santos. *Avaliação de Software Educativo*: Reflexões para uma Análise Criteriosa. http://www.google.com.br/. Acesso em 24/10/2003.

ZOLLER, Uri. *Decision-making in future science and technogy curricula*. European Journal ofScience Education, v.4, n.1, p. 11-17, 1982.

ANEXOS

ANEXO 1 - Breve Histórico sobre o Curso de Química da UFPI

Com a finalidade de nos situarmos, espaço e temporalmente, diante da problemática, objeto desta pesquisa, propomos historiar, de forma breve e sucinta, o curso de Química da UFPI.

Em 1971, foi instituído na UFPI, o curso de licenciatura em ciências (licenciatura curta), baseado na resolução 30/70.

Em 07 de janeiro de 1977, foi aprovado pelo Conselho Universitário, Resolução nº 02/77, a criação da Habilitação em Química do curso Pleno de ciências e autorizado o seu funcionamento, a partir do ano letivo em curso. Este curso foi reconhecido, conforme o documento, anexo, em 07 de janeiro de 1984.

Os profissionais de licenciatura em ciências, conforme os objetivos traçados para o curso, sairiam aptos a ministrarem aulas de ciências do primeiro grau e conforme a habilitação escolhida, Matemática, Física, Biologia ou Química, no segundo grau.

A licenciatura com Habilitação em Química, tem sido marcada ao longo de sua história, por um traço peculiar que expressa o perfil do ensino produzido em sala de aula, baseado numa formação bem diversificada em ciências, porém, superficial, de pouco aprofundamento teórico.

O Departamento de Química da UFPI, através de seus membros, professores e alunos, refletindo sobre esta problemática e detectando o desânimo de docentes e discentes em relação ao perfil acadêmico dos egressos do curso, bem como percebendo a nova realidade do ensino; as exigências do mercado de trabalho e a necessidade crescente dos profissionais do magistério buscar uma formação mais sólida em Química, colocando em relevo uma sintonia com as mudanças político-sociais e desenvolvimento do Estado Brasileiro, resolveu elaborar uma proposta curricular capaz de suplantar alguns problemas evidenciados nas licenciaturas em ciências, por exemplo: a polivalência estabelecida pela resolução 30/70, que impossibilitava o curso de incorporar as novas exigências do mercado de trabalho e dos avanços na área de Química.

Assim sendo, a elaboração desta proposta curricular deu origem, na UFPI, ao curso de Graduação em Química de acordo com a Resolução nº 076/93 do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão (CEPEX) da UFPI (documento, vide anexo).

A justificativa da criação deste curso aponta em direção da necessidade de um maior aprofundamento sobre os conhecimentos específicos de Química, obviamente sem perder de vista as questões mais gerais que permitam ao aluno uma fundamentação teórica sólida e consistente sobre o objeto de ensino.

O curso de Graduação em Química da UFPI na modalidade licenciatura plena, de acordo com a proposta curricular, objetiva formar profissionais para o exercício do magistério em nível de ensino médio, capaz de pensar e agir sobre os problemas de educação em Química, no contexto social e ao mesmo tempo propiciar ao aluno a alternativa de atuar no mercado de trabalho específico do químico. Objetiva, ainda, buscar uma fundamentação teórica sólida para a execução da ação didático-pedagógica, como também, para dar prosseguimento aos estudos em programas de pós-graduação, em nível de Mestrado e Doutorado, bem como, refletir sobre seu papel na transformação da sociedade em que se insere.

ANEXO 2 – Grade de análise de *sites e softwares* de química, com *Check-list* submetido ao professor de química para busca de dados

A avaliação de um software educativo ao se constituir de critérios bem definidos pode contribuir para apontar que tipo de proposta pedagógica o *software* está fundamentado. Essa condição expressa diversos elementos constitutivos de um software, tais como: a concepção teórica de aprendizagem instituída no software; a classificação do software, o caminho metodológico proposto no software, a transposição didática, os meios (mídias), os recursos e as linguagens; a dimensão técnica do software e a categorização do software na área específica de química. Tomando por base essas considerações, a seguir teceremos discussões sobre os fundamentos pedagógicos que constroem os *softwares* educativos inseridos no ambiente escolar.

Base Pedagógica de um *Software* educativo

A primeira tarefa do professor que se propõe a analisar um *software* educativo é identificar a concepção teórica de aprendizagem que o orienta, pois um *software* para ser educativo deve ser pensado segundo uma teoria sobre como o sujeito aprende, como ele se apropria e constrói seu conhecimento.

De forma global, para efeito didático e de melhor entendimento, correndo todos os riscos reducionistas, classificaremos as teorias que buscam dar sustentação pedagógica a professores e alunos, inseridos no processo de ensino/aprendizagem, em duas grandes correntes: (a) Tradicional; (b) progressista.

Na corrente tradicional, destacam-se os pensamentos: empiricista e behaviorista. Na corrente progressista, destaca-se o pensamento construtivista e o interacionista. Para melhor entendimento, trataremos mais detidamente das duas linhas de pensamento de forma separada.

FICHA PARA ANÁLISE DE SOFTWARES E SITES DE QUÍMICA

1. Elementos de Identificação do Software

(a) Nome do softwares ou site:
(b) Autor:
(c) Instituição produtora:
(d) Registro:
(e) Resumo do conteúdo:

2. Base Pedagógica.

2.1. Concepção Teórica de Aprendizagem:

k. ( ) tradicional (centrado no professor, no conteúdo e na tecnologia)
b. ( ) progressista (centrado nas interações do aluno com o professor, outros alunos, além da tecnologia e do conteúdo).

Justifique:_____

2.2. Transposição Didática, entendido como processo de passar as informações de meios estáticos como o impresso para meios dinâmicos, como o computador.

( ) significa mera reprodução do conteúdo do livro ou quadro para o formato digital.
( ) significa perda de qualidade, em termos de consistência teórica, na transposição do conteúdo para a mídia eletrônica.
( ) significa ganho de qualidade na transposição com a adição de outras mídias como (vídeo, som etc)
( ) Há um ganho de qualidade com a possibilidade de interação (simulações ou cálculos dinâmicos)
( ) significa executar uma atividade através da máquina, mediante programas computacionais, de modo que reproduz a realidade do contexto químico imerso num software.

2.3. Linguagens imersas num software e site:

2.3.1. textos:

( ) coerência
( ) clareza
( ) consistência
( ) outros
Justifique: _____

2.3.2. imagens:

( ) estáticas

Qualidade das imagens

a. ( ) são relevantes;
b. ( ) são claras
c. ( ) servem apenas como distração do usuário
d. ( ) servem como complemento das informações
e. ( ) servem como idéia principal das informações

( ) animadas:

Qualidade das animações

a. ( ) são relevantes;
b. ( ) são claras
c. ( ) servem apenas como distração do usuário
d. ( ) Dificultam o entendimento das informações
d. ( ) servem como complemento das informações
e. ( ) servem como idéia principal das informações

Início das animações

f. ( ) a animação inicia-se automaticamente
g. ( ) a animação inicia-se após intervenção do usuário
h. ( ) existe algum tipo de dificuldade para entender as instruções para iniciá-la.

2.3.3. visual:

2.3.3.1 cor

(a) O contraste das cores de fundo e da fonte, no texto, interferem diretamente no resultado do software utilizado, ou na indicação de links disponíveis?
( ) sim ( ) não

Justifique:_____

2.3.3.2. a diagramação e a estética do software são:

( ) adequadas
( ) inadequadas:
a. ( ) desordenada b. ( ) confusa
( ) outros

Justifique sua resposta: _____

2.3.4. som

( ) o áudio é utilizado como a principal ou a única referência
( ) o áudio é utilizado como complemento associado ao texto
( ) esta mídia não está associada ao software analisado.

2.4. Classificação do software
2.4.1. Quanto ao tipo:

b. ( ) tutorial
c. ( ) exercício e prática
d. ( ) programação
e. ( ) simulação:

( ) fechada – quando o fenômeno é previamente implementado no computador, não exigindo que o aluno desenvolva sua hipóteses, teste-as, analise os resultados e refine seus conceitos. Nessa perspectiva, a simulação se aproxima do tutorial. Caracterizado como software que ensina o aluno – instrucionista.

( ) aberta - quando fornece ao aluno algumas situações previamente definidas e encoraja o aluno a elaborar suas hipóteses que deverão ser validadas por intermédio de

simulação no computador. Caracterizada como software que proporciona condições para o aluno construir seu conhecimento – construcionista.

f. ( ) modelagem
g.( ) jogos

2.5. O software propicia a interação entre:

a. ( ) professor X aluno
b. ( ) professor X aluno X grupo
c. ( ) aluno X máquina

De que forma o "feedback" é dado ao aluno?
_____

2.6. Possibilita a integração interdisciplinar?
a. ( ) sim b. ( ) não

justifique _____

III. Aspectos Técnicos

a. apresenta instruções de forma clara	( ) sim	( ) não
b. indica as possibilidades de uso	( ) sim	( ) não
c. possui facilidade de instalação e desinstalação	( ) sim	( ) não
d. fornece manual de utilização com linguagem apropriada	( ) sim	( ) não
e. funciona em rede	( ) sim	( ) não
f. importa e exporta objetos	( ) sim	( ) não
g. é auto-executável	( ) sim	( ) não
h. possui recursos de hipertextos e hiperlink	( ) sim	( ) não
i. dispõe de help-desk	( ) sim	( ) não
j. apresenta facilidade de navegação	( ) sim	( ) não
l. apresenta mensagens de erro	( ) sim	( ) não
m.possui manual de instrução	( ) sim	( ) não

IV. Categorização na área da Química

4.1. Aspectos relativos ao software de química utilizado na sala de aula

a. ( ) Animação
b. ( ) Representação Química – maneira como uma substância ou composto é representado graficamente, através, de uma equação, de simbologias, etc
c. ( ) Experimentos virtuais no laboratório
d. ( ) Erros conceituais imersos no software
e. ( ) Simulação de fenômenos químicos do cotidiano

( ) fechada – quando o fenômeno é previamente implementado no computador, não exigindo que o aluno desenvolva sua hipóteses, teste-as, analise os resultados e refine seus conceitos. Nessa perspectiva, a simulação se aproxima do tutorial. Caracterizado como software que ensina o aluno – instrucionista.

( ) aberta - quando fornece ao aluno algumas situações previamente definidas e encoraja o aluno a elaborar suas hipóteses que deverão ser validadas por intermédio de simulação no computador. Caracterizada como software que proporciona condições para o aluno construir seu conhecimento – construcionista.

4.2. Vantagens.

a. ( ) Reproduz aspectos eletrônicos e geométricos de moléculas;
b. ( ) Simula movimentos vibracionais;
c. ( ) Representa pictoricamente os orbitais moleculares;
d. ( ) Apresenta múltiplos caminhos para a solução do problema.
e.( ) Contextualiza as atividades, relacionando-as com a química do cotidiano
f. ( ) Possibilita experimentação de situações de laboratório ou do mundo real pelos alunos.
g. ( ) Possibilita a reflexão dos alunos sobre propriedades químicas
h. ( ) Permite cálculos químicos de forma dinâmica

4.3. Limitações

a. ( ) ausência de simulações e experimentações
b. ( ) não apresenta múltiplos caminhos para solução de um problema
c. ( ) preço.
d. ( ) excesso de textos
e. ( ) reprodução literalmente do livro ou da sala de aula
f. ( ) não possibilita reflexão por parte do aluno

V. Conclusões:

a. Recomendações/sugestões:
_____

b. Avaliador: _____