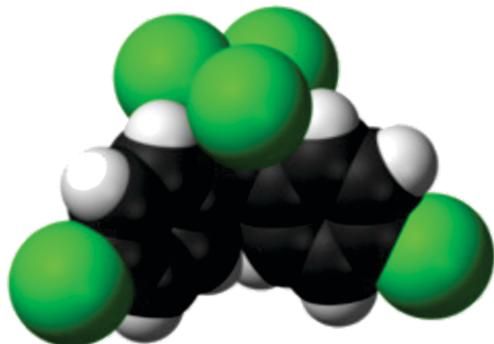
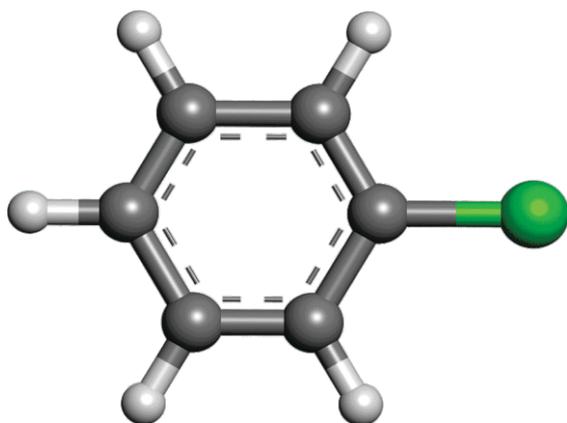
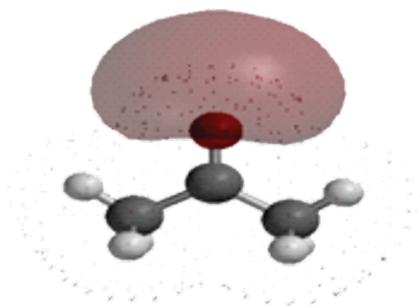
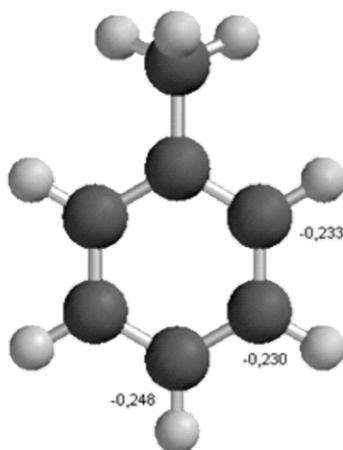
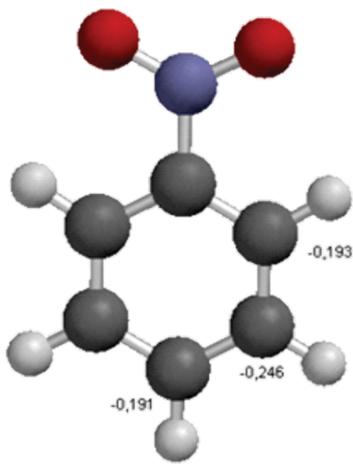


TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO: um olhar diferenciado para o ensino de Química



**TECNOLOGIAS DIGITAIS NA
EDUCAÇÃO:
um olhar diferenciado para
o Ensino de Química**

Nilson Fonseca Miranda

TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO: um olhar diferenciado para o Ensino de Química

Teresina - Piauí



2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
REITOR

Prof. Dr. José Arimatéia Dantas Lopes

SUPERINTENDENTE DE COMUNICAÇÃO SOCIAL

Prof.^a Dr.^a Jacqueline Lima Dourado

EDITOR

Prof. Dr. Ricardo Alaggio Ribeiro

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. Ricardo Alaggio Ribeiro (Presidente)

Prof. Dr. Acácio Salvador Veras e Silva

Prof. Dr. Antônio Fonseca dos Santos Neto

Prof.^a Dr.^a Cláudia Simone de Oliveira Andrade

Prof. Dr. Solimar Oliveira Lima

Prof.^a Dr.^a Teresinha de Jesus Mesquita Queiroz

Prof. Dr. Viriato Campelo

CAPA E DIAGRAMAÇÃO

Delson Ferreira Bonfim



FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade Federal do Piauí

Biblioteca Setorial do Centro de Ciências da Educação

Serviço de Processamento Técnico



M672t Miranda, Nilson Fonseca

Tecnologias digitais na educação: um olhar diferenciado para o Ensino de Química / Nilson Fonseca Miranda. - Teresina: EDUFPI, 2021.

149 p. : il.; color.

ISBN: 978-65-5904-114-5

1. Química – Ensino. 2. Ensino-Aprendizagem. 3. Tecnologias Digitais. I. Miranda, Nilson Fonseca. II. Título.

CDD: 540.7

Editora da Universidade Federal do Piauí – EDUFPI

Campus Ministro Petrônio Portela, Espaço Rosa dos Ventos, bairro Ininga, Teresina-Piauí - Brasil - CEP 64049-550 • Tel. 55 (86) 3215 5688 • Site: www.ufpi.br/sobre-edufpi - E-mail: editora@ufpi.edu.br - **Todos os direitos reservados**

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	9
CONSIDERAÇÕES GERAIS E INTRODUTÓRIAS	11
2. ENSINO DE QUÍMICA	23
2.1. Ensino de Química na Perspectiva Tradicional	23
2.2. Ensino de Química Moderno	26
2.2.1. A Química no Cotidiano e Cidadania	26
2.2.2. A Química como Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS.	36
2.2.3. Tecnologias Digitais como Ferramenta Pedagógica no Ensino de Química	42
2.2.4. Ensino de Química com Tecnologias Digitais.....	51
2.2.4.1. Sites Especializados e Softwares Educativos, utilizados como Ferramentas Pedagógicas de Química	76
2.2.4.2. Estratégia Metodológica para Trabalhar Sites Especializados e Softwares Educativos, utilizados como na Sala de Aula	117
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	133
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137

Atualmente, não se questiona mais sobre o uso 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.

Prof. Dr. José Ayres de Castro Filho
Professor do Programa de
Pós-Graduação da FACED/UFC

APRESENTAÇÃO

O livro *Tecnologias Digitais na Educação: um olhar diferenciado para o ensino de química* é resultante de reflexões e análises acerca de incursões pelo Doutorado em Educação realizado na Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará.

Fazer a apresentação deste trabalho torna-se desafiador para o autor, vez que a produção temática em debate busca descortinar o discurso de professores de química, muitas vezes, enviesado, acerca do uso das Tecnologias Digitais no processo ensino/aprendizagem, na área de educação, aqui concebido como ferramenta pedagógica.

Cabe salientar que o objetivo substancial neste trabalho 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. Assim, somos impedidos a questionar ou até mesmo duvidar de "velhas certezas" que não respondem mais a inquietudes e questionamentos recorrentes da cotidianidade do tempo presente.

Neste cenário de incertezas e angústias pautadas por uma zona de conforto, em tese, alimentada por abordagens de ensino, com profundas raízes tradicionais cognitivistas, ecoam vozes destoantes que orientam o autor desta produção, utilizar-se de fundamentos teó-

ricos na direção da construção coletiva do conhecimento, para tanto, fez uso da 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 aponta para 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.

Foi a partir dessas considerações que o autor organizou suas reflexões e produção teórica aqui apresentada, cujo objetivo é contribuir para o debate na academia, acerca das tecnologias digitais, utilizadas no processo ensino/aprendizagem como ferramenta pedagógica.

Prof. Dr. Nilson Fonseca Miranda

Professor do DMTE/CCE/UFPI

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS E INTRODUTÓRIAS

As considerações gerais e introdutórias deste trabalho têm como objetivo básico situar o leitor acerca do uso das tecnologias digitais¹ 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. Assim, em nossa compreensão, o resultado desse ensino permeado de ferra-

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

menta tecnológica depende da forma como o professor a utiliza no ambiente de aprendizagem.

O objeto de estudo desta produção é refletir sobre 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, na sala de aula, de modo 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 a temática em debate, fruto desta pesquisa, busca compreender o discurso de professores acerca da utilização das tecnologias digitais na sala de aula. Também é objeto desta reflexão, 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 produção teórica, do ponto de vista pragmático, passa necessariamente pelo entendimento de que existe uma infinidade de recursos das tecnologias digitais disponíveis e que diversos professores já utilizam essas ferramentas na prática pedagógica do cotidiano escolar.

Do ponto de vista acadêmico, compreendemos que faltam pesquisas na área específica inerente à inserção das tecnologias digitais no ensino de química, em nível superior; em particular, nos cursos de formação de professores.

As pesquisas disponíveis na área focalizam fundamentalmente a dimensão da educação básica. Eichler e Del Pino (2000), 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. Além disso, temas como meio ambiente e produção de energia são iniciativas também 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: modelagem e simulação computacional que possibilitam aprendizagem e compreensão dos conceitos associados ao comportamento dos gases ideais e sua comparação com os gases reais.

As tecnologias como suporte em EaD, tratadas nos trabalhos de Giordan (2005) buscam descrever e analisar o processo de introdução da internet numa comunidade escolar, verificando como ocorre o domínio e a apropriação da ferramenta cultural, e, como 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 virtuais de aprendizagem - AVA e telemática.

Portanto, aos poucos, as tecnologias digitais vão se tornando parte do cotidiano da sociedade contemporânea. A otimização dos processos de produção e/ou reprodução do conhecimento, torna-se uma necessidade premente. Assim, a retroalimentação acontece em via dupla, 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.

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 (*Pithecanthropus 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.

Se pretendermos buscar a raiz do avanço tecnológico, digamos 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 fogo², 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 teóricos, contribuíram significativamente para o avanço da ciência, concebida nesta reflexão, como uma construção coletiva/humana. A tecnologia, em cada espaço/tempo, possibilita a melhoria 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 *sites especializados* 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 e socialização 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, *sites e softwares* educativos, 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, conseqüentemente, no aprendizado do aluno. Esse fato se concretiza impelido pela dinâmica, interatividade e flexibilidade, possibilitadas pelo domínio e uso de *sites e softwares educativos* 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, *sites* 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.

E fato incontestável, contudo, que não basta 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 formas de educar - 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, *sites 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.

Nas três formas diferentes para categorizar o conhecimento: a oral, a escrita e a digital, embora 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, logo, certamente teremos sua supremacia na sociedade do tempo presente.

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 - PROINFO³.

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.

Assim, o estilo digital insere-se, 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 no 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, econômica, cultural e ética.

Assim, compreendemos que as tecnologias digitais inseridas no ambiente escolar não podem ser entendidas como capazes de solucionar os 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 na 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 processo 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, posteriormente, será objeto de discussão mais ampla nessa produção, fundamentado nos autores que partilham desse ideário: Chassot (1990; 1995), Maldaner & Piedade (1995), Maldaner (2000), Mortimer (1995), Lopes (1995; 1999), Giordan (1997).

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), dentre outros adeptos. 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) *solu-*

ções, quando produzimos sucos de frutas; (c) *diluições*, quando adicionamos água ao suco para torná-lo menos concentrado; (d) efetuação de *cálculos estequiométricos*, 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 feromônio⁴ 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. Desenvolve-se um *software* de simulação com feromônio sexual⁵ em que o aluno possa manipular uma população de insetos, numa plantação de milho, de modo que sejam atraídos e capturados numa armadilha com uma substância de cheiro característico, somente insetos machos, tendo como consequência, a aniquilação da reprodução e posterior exterminação

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.

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 os questionamentos, objeto desta reflexão, que versam sobre as tecnologias digitais na educação: um olhar diferenciado para o ensino de química, estudos foram realizados sobre o uso de *sites* e *softwares* educativos no ensino de Química, por meio do discurso dos professores de Química da UFPI, bem como, a definição dos parâmetros para análise de *sites* e *softwares* educativos de Química e suas contribuições pedagógicas no processo ensino/aprendizagem.

A busca dos dados que nutrem essa investigação passa pelos seguintes pontos: (a) análise da metodologia utilizada pelo professor para uso de *sites* e *softwares* educativos como instrumental pedagógico e (b) definição e 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 desta reflexão teórica delimitamos alguns objetivos específicos que norteiam nossa busca: (a) identificar, mediante entrevistas, como os professores de Química compreendem e usam *sites* e *softwares* educativos na prática cotidiana; (b) desenvolver e aplicar, em consonância com a literatura de avaliação de *sites* e *softwares* educativos, parâmetros gerais e específicos para análises destas ferramentas no ensino de Química; (c) verificar as contribuições das ferramentas *sites* e *softwares* educativos no ensino de Química, com âncora no discurso dos professores pesquisados.

2. ENSINO DE QUÍMICA

Esta seção do trabalho visa estabelecer uma discussão fundamentada na literatura que versa sobre o ensino de química. Aqui colocaremos em relevo, correndo os riscos reducionistas, duas correntes pedagógicas que ancoram as práticas pedagógicas utilizadas trabalhar o ensino de química na sala de aula (a) tradicional e (b) 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 tres propostas pedagógicas: (a) a química no cotidiano e cidadania; (b) a química como ciência, tecnologia e sociedade - CTS e (c) a química permeada por tecnologias digitais utilizadas como ferramenta pedagógica.

2.1 Ensino de Química na perspectiva 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, linguagem e transmissão de informações, deslocadas da vivência real do aluno, o conduz a certos preconceitos para com a Ciência Química, visto que esta área do conhecimento transforma o ato de estudar num mecanismo de memorização mecânica das informações, contribuindo, assim, para o ofuscamento da imaginação e da capacidade inventiva do aluno.

Desse modo, fica patenteado que a característica fundamental do ensino tradicional 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 positivista⁶; 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).

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)

Diante do exposto, faz-se necessário refletir e buscar a superação da coisificação⁷ 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, social e moral dos alunos para assumir sua posição na sociedade. Na concepção de Libâneo (1990, p. 23), o modelo tradicional de ensino é a expressão do seguinte pensamento:

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, pronta e acabada; 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/alu-

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).

no é vertical, prevalece a autoridade do professor, que exige atitude receptiva dos alunos no decorrer da aula. O conteúdo, geralmente, é trabalhado na perspectiva abstrata⁸, 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 concernentes 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.

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; (3) tecnologias digitais como ferramenta pedagógica no ensino de química.

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 Quími-

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).

ca, expresso no ambiente escolar, caracterizado pela memorização mecânica de fórmulas, regras e conceitos. Na contextura acadêmica, há pouca mudança em relação a tal realidade. Ouvimos dos professores repetidamente a sequência de conteúdo 'logicamente organizada' que se repete literalmente na maioria dos livros didáticos da Química.

Para fundamentar essa afirmação, concernente à memorização de fórmulas, regras 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, são abordados. Percebemos que essas fontes pesquisadas tratavam o teor de cada conteúdo, numa perspectiva compartimentada e não contextualizada.

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 permi-

tam preparação para o exercício da cidadania.

Destaca-se como requisito básico, a participação do aluno interagindo ativamente no processo ensino/aprendizagem, como característica fundamental para a busca 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: infundável, 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, pensamento (BECKER, 1993, p.88-89).

Assim, o construtivismo se institui como teoria do conhecimento que engloba numa só estrutura os dois polos: 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 serviço, no formato ensino, à população. A qualidade desse ensino se constata pela consciência alcançada 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 ideias 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-histórico-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 ideias 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 aprenda 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 & Zambiasi (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 desenvolvimento de 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 significado qualitativo, acerca do objeto observável, possibilitando, assim, o desvendamento da realidade concreta⁹, 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.

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):

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).

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.

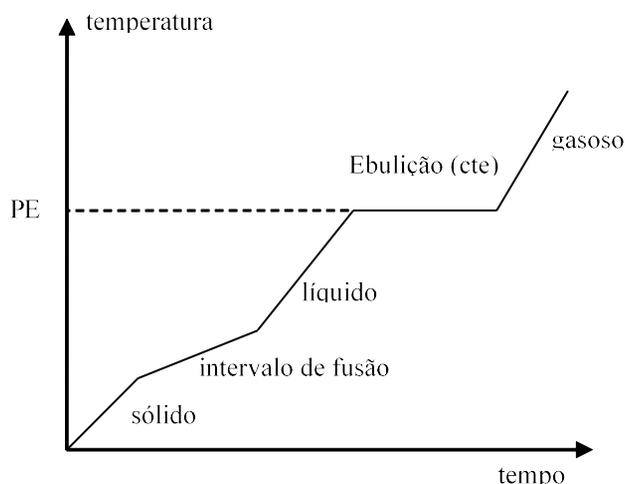
Nessa perspectiva, Mol e Santos (1998, p.9) assinalam que a Química, como busca do conhecimento,

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 e respeito os 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 nos livros didáticos de Química do Ensino Médio, por exemplo:

a) são recorrentes, sobretudo nos livros didáticos de Química do Ensino Médio, as expressões que dizem "a mistura de água (H₂O) e álcool etílico (C₂H₅OH) 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 azeotrópicas¹⁰. 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 baterias de telefones celulares, ao afirmar que estas

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 = 78,5°C; PF = -177°C e (densidade) d = 0,79g/cm³ do álcool.

emitem ora radiação¹¹ ora radioatividade¹², dando a entender que os dois fenômenos são a mesma coisa; Radiação é a propagação da energia por meio de partículas ou ondas. A Radioatividade é o fenômeno natural ou artificial, pelo qual algumas substâncias ou elementos químicos, chamados radioativos, são capazes de emitir radiações.

c) na parte relativa às reações químicas, traduzem literalmente algumas incongruências imersas nos livros didáticos do ensino médio, nos quais alguns equívocos 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, na prática, não existem. As reações que ocorrem, de fato, são respectivamente de síntese e oxi-redução.

Logo, uma vez detectadas tais problemas, 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

Na sociedade do tempo presente, aplicações científicas e tecnológicas podem criar possibilidades de desenvolvimento e, conseqüentemente, também podem gerar problemas sociais e ambientais para o ser humano. Assim, um processo educativo em ciências não deveria prescindir da discussão e debate acerca de questões pertinentes ao papel da ciência e da tecnologia na sociedade.

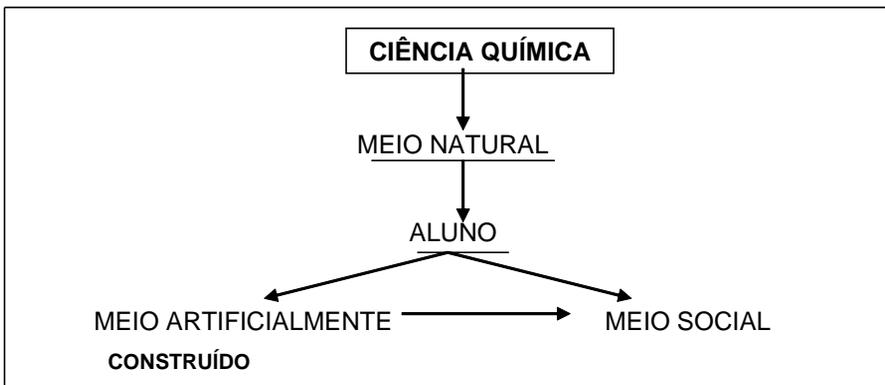
Neste sentido, faz-se necessário compreender que o Movimento CTS tem como base a constatação de que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia não necessariamente apresenta uma relação linear e automática com o bem-estar social. Dessa forma, a ciência e a tecnologia tornaram-se alvos de um olhar mais crítico (AULER e BAZZO, 2001).

Desta forma, a abordagem em CTS, consubstanciada nos fundamentos teóricos de Santos e Schnetzler (1997) expressa uma vinculação estreita entre a educação química e a preparação para o exercício da cidadania. Para caracterizá-la, Hofstein et al. (1988, p.358) expressam a compreensão acerca abordagem em CTS:

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 a dimensão social, conforme figura 1.

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 numa 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

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

<i>Ensino Clássico de Ciências</i>	<i>Ensino de CTS</i>
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 articulá-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 quais têm estimulado o desenvolvimento de novas tecnologias;

Fonte: Extraído de Mckavanagh e Meher (1982).

Nas tabelas 1 e 2, verificamos a diferença entre CTS e o ensino tradicional, sendo que o ensino em CTS prioriza a organização conceitual centrada em temas sociais; o desenvolvimento de atitudes de julgamento; a concepção de ciência voltada para o interesse social, visando compreender as implicações da ciência na sociedade. Por outro lado, o ensino tradicional prioriza a organização curricular,

centrado no conteúdo específico de ciências, concebendo-a como ciência universal, valor em si mesmo, e não pelas aplicações na tecnologia, com reflexos sociais, ambientais, econômicos, éticos.

A abordagem consubstanciada em CTS apresenta os seus principais aspectos, quais sejam: o estudo da natureza da ciência, da tecnologia e da sociedade e suas inter-relações, de modo que o aluno compreenda a interdependência de tais componentes, sob uma perspectiva social. Os aspectos mais significativos da abordagem em CTS expressa a natureza da ciência, da tecnologia, da sociologia, bem como os efeitos da ciência sobre a tecnologia, da tecnologia sobre a sociedade, da sociedade sobre a ciência, da ciência sobre a sociedade, da sociedade sobre a tecnologia e da tecnologia sobre a ciência, como veremos resumidamente, a seguir:

Tabela 3 - Nove aspectos da abordagem de CTS.

<i>Aspectos de CTS</i>	<i>Esclarecimentos</i>
. 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, consequência, 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.

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.

2.2.3 Tecnologias Digitais como Ferramenta Pedagógica no Ensino de Química

Inicialmente trataremos sobre a fundamentação teórica acerca das tecnologias digitais aplicadas ao ensino, na área da educação, posteriormente, afunilaremos o debate para a área de ensino de química.

Alguns dos autores como Papert (1994), Valente (2001), Castells (1999), Brunner (2004), Tedesco (2004) e Moran (2004) discu-

tem essa temática focalizando uma perspectiva geral, mais ampliada da educação.

Vale salientar que as tecnologias digitais, de maneira geral, proporcionam e multiplicam as formas de interação, comunicação e propagação da informação, nas diversas áreas do conhecimento, ocupando um espaço de destaque na sociedade (Bianchetti, 2001).

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, conseqüentemente, 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 comu-

nidade 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 voo. 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 ocorre 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 ideia que se constrói cotidianamente.

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 abstrato¹³.

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 ideia que traz, em essência, a 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

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).

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, sobretudo, quando se tratar de aspectos educacionais, como: a relação professor/aluno, mediada por tecnologias digitais; as estratégias pedagógicas para incrementar conteúdos na sala de aula e avaliações de monitoramento do aluno são cuidados e reflexões imprescindíveis.

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 aguentam 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. 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 ideia 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 ex-

pansão não acontece de maneira uniforme ou regular, ou que atinja a todos, simultaneamente. Trata-se de uma incorporação, uma interpenetração destes novos ritmos nos diversos relacionamentos sociais.

Neste sentido, gesta-se uma convivência entre as pessoas, nesse novo espaço/tempo, impulsionado pelo ritmo de vida das pessoas e pela maneira de organizar esta vivência. De acordo com Bianchetti (2001), é o metamorfoseamento do rápido em *on line*.

Estas considerações feitas sobre a digitalização do processo ensino/aprendizagem como elemento propulsor de inovações e mudanças sinalizam de forma clara que não basta introduzir esse artefato tecnológico como inovação no ambiente escolar, 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.

Entendemos que a mudança é um vetor necessário para a busca da melhoria da qualidade do ensino. As tecnologias digitais, como ferramentas pedagógicas, além de inovação, suscitam possibilidades de mudanças na forma de compreender o objeto do conhecimento. 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, torna-se necessária maior integração entre a Educação e a Informática, compreendida como ferramenta pedagógica. "A educação, concebida como responsável pela formação de um indivíduo atuante numa sociedade cada vez mais informatizada e conectada, e a informática, concebida como catalisadora de mudanças no paradigma educacional" (SILVA & AZEVEDO, 2001.p.194).

As tecnologias digitais, como ferramenta pedagógica, 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 que as tecnologias digitais possuem potencial inovador, mas a mudança no ensino/aprendizagem depende da forma como o professor utiliza essas ferramentas na sala de aula.

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 o enfoque da prática pedagógica de Química no Brasil, caracteriza-se: pela falta de contextualização no ato de ensinar; ineficácia na aprendizagem do aluno; debilidade nos discursos e na prática do professor na sala de aula, acerca da preparação deste para a vida, evidenciado nos diversos espaços e níveis de conhecimento (MÓL & SANTOS, 1998; MALDANER & ZAMBIAZI, 1995; LUTFI, 1988).

Assim, o debate e a busca contínua, 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).

Na área da química, o incremento dessas ferramentas tecnológicas, no espaço escolar, tem contribuído para engendrar novas formas de pensar, de agir, de criticar, enfim, de se organizar ambiental e socialmente.

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 do ensino de química.

Com esse olhar, delimitamos nossa reflexão, 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 busca estabelecer uma 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.

Iluminado teoricamente em Eichler & Del Pinno (2000), vislumbra-se que, numa simulação virtual, por exemplo, 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.

Desse modo, a melhoria da qualidade do ensino de química passa necessariamente pela definição de uma prática pedagógica, cuja metodologia, contemple as tecnologias digitais, como ferramentas de ensino, pois possibilitam mudanças na prática educativa de química por que: atraem e motivam os alunos a aprender; 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). Nesse contexto sócio-cultural, influenciado pelas tecnologias digitais, 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.

2.2.4 O Ensino de Química com Tecnologias Digitais.

Estamos vivenciando um tempo de grandes transformações tecnológicas e avanços no mundo das comunicações. 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.

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, plataformas de ensino 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*, por meio das tecnologias digitais, 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, numa pandemia, em que o distanciamento entre as pessoas ou mesmo o isolamento social pode ser um entrave, mas remotamente, podemos produzir conhecimento independente de estarmos juntos no mesmo espaço/tempo. Essa ferramenta é poderosíssima em todas as áreas do 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 vi-

vendo 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. Observa-se aí, um contrasenso. Cabe aos professores, rever sua prática pedagógica, sua metodologia utilizada e o interesse dos alunos concernente a área do conhecimento em foco. A internet nos possibilita 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 reflexão 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, sobre a temática: surfactantes e micelas. A temática é trabalhada por meio de um site, via *internet*, no qual está constituída de 03 (três) momentos: *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:

Atividade Aula Virtual - Molécula de Surfactante¹⁴

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, evidenci-

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

ando 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.

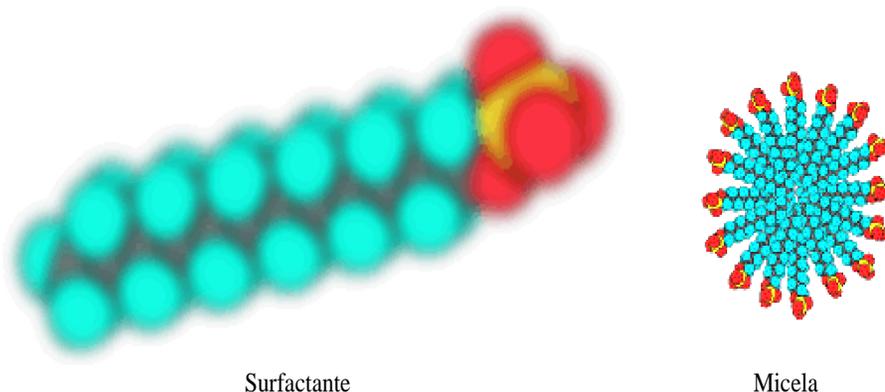


Figura 2 - Moléculas de surfactantes e micelas em cauda hidrofóbica e cabeça hidrófila.

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.

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:

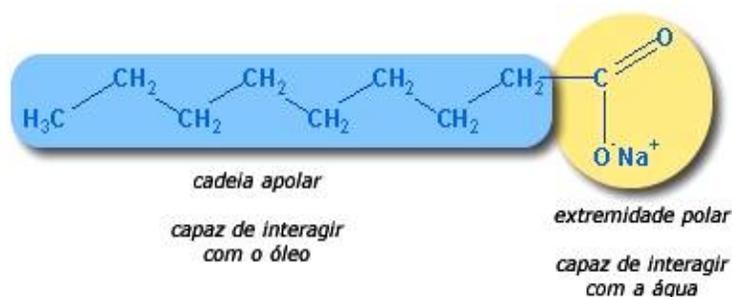


Figura 2 - Moléculas de surfactantes e micelas em cauda hidrofóbica e cabeça hidrófila.

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).

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

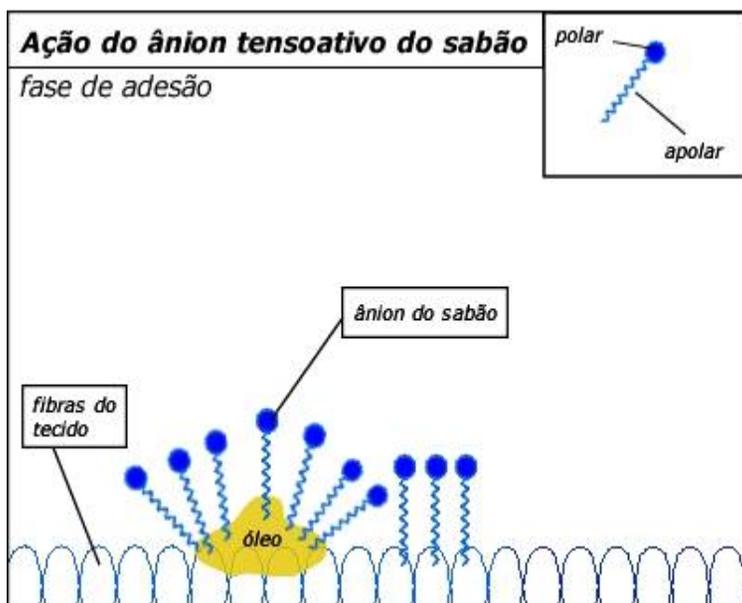


Figura 3 - Ação do ânion tensoativo do sabão: fase de adesão.

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).

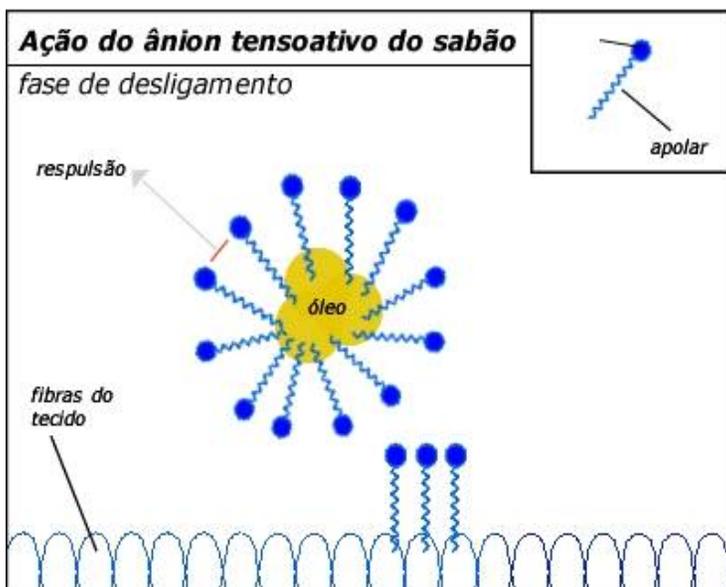


Figura 4 - Ação do ânion tensoativo do sabão: fase de desligamento.

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).

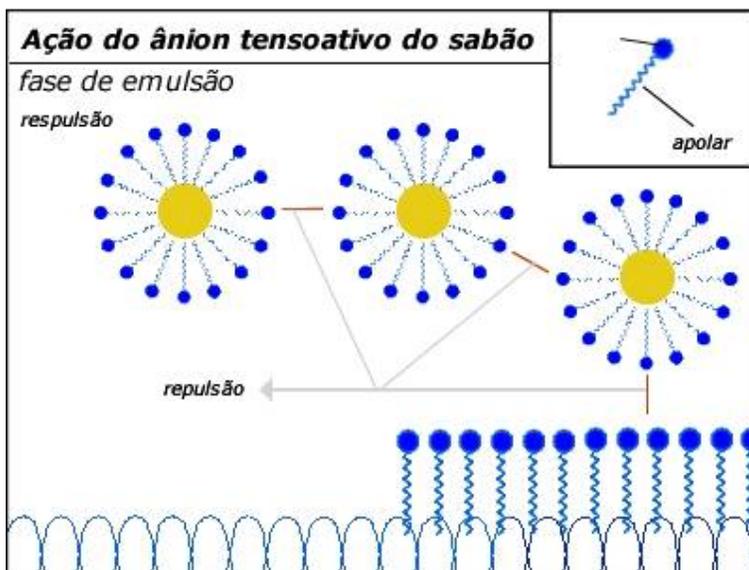


Figura 5 - Ação do ânion tensoativo do sabão: fase de emulsão.

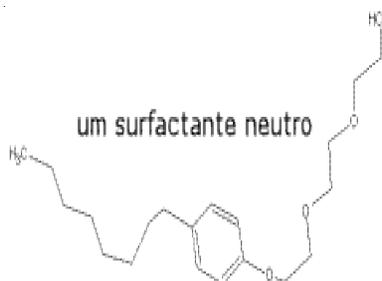
Impedem a reaglomeração das micelas, que ficam protegidas por uma película e se afastam pela repulsão de cargas elétricas. Em termos de ligações químicas existentes nas moléculas surfactantes, estão presentes as ligações iônicas e covalentes: polar e apolar.

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. 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. Ex. H₂O.

Na ligação covalente apolar, o par eletrônico é igualmente compartilhado entre os átomos, havendo uma homogeneidade 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: CH₃ CH₂ CH₃ (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 surfactantes. Além disso, outros fatores como a temperatura, a pressão, a concentração, contribuem significativamente com a dissolução de substâncias.

A seguir, veremos alguns surfactantes em alguns tipos de sabões. Os surfactantes podem ser neutros ou iônicos: catiônico, aniônico, anfótero.

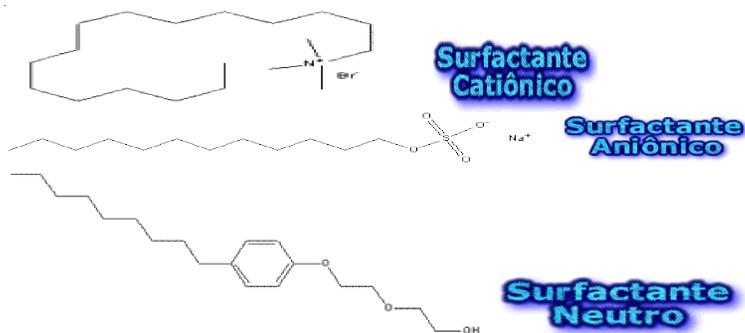


O site focalizado propõe a atividade denominada exercício para verificação da aprendizagem como elemento interativo, visto que o aluno participa ativamente na execução das atividades, pro-

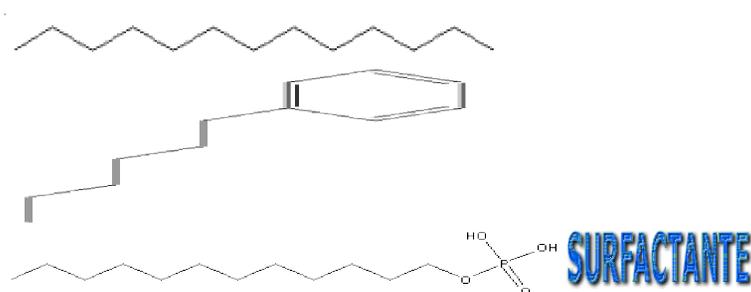
pondo as respostas aos questionamentos. A seguir, veremos dois exemplos da atividade exercícios.

(Atividade Exercícios)

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



Exercícios 2: Qual, dentre as moléculas ao lado, é um 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.

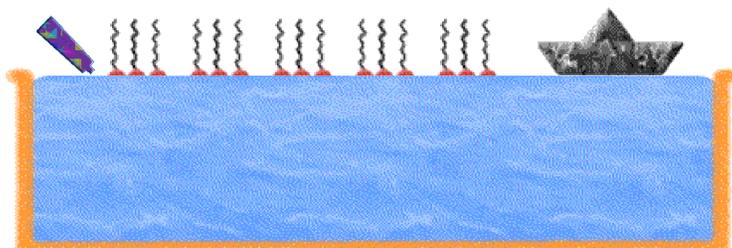


Figura 7 - barco de papel sobre a água com detergente na banheira.

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?

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.

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

A resposta a esse questionamento 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, nos 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 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* interativo¹⁵ 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 constituiu 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 três (03) variáveis, observar o comportamento da pressão, segundo *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 compreensão do aluno, e o instiga buscar aprendizagem nas várias situações vivenciadas na interação com o objeto de aprendizagem. A seguir, situações que modificam a pressão de um gás.

Baixa temperatura, grande volume, poucas moléculas situação inicial.



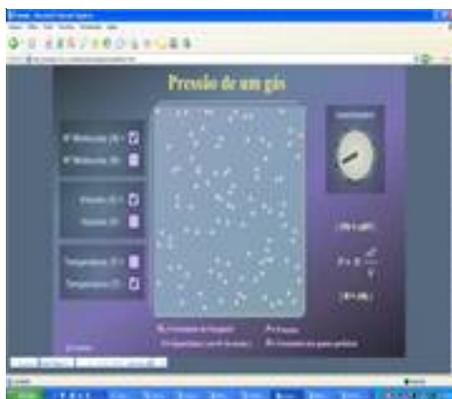
Figura 8 - Pressão de um gás em função das variáveis: T, V e n.

¹⁵ <http://nautilus.fis.uc.pt/molecularium>

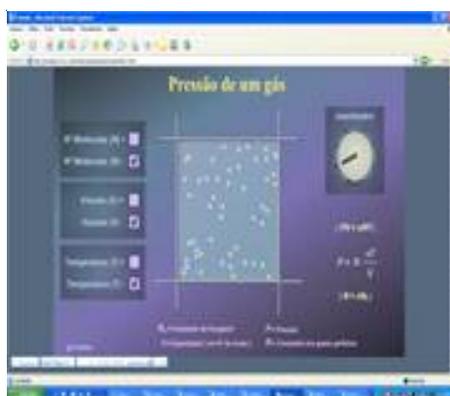
¹⁶ Na equação de Clapeyron "P" (pressão); "V" (volume); "T" (temperatura); "n" (quantidade de moléculas) e "R" (constante dos gases).

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.

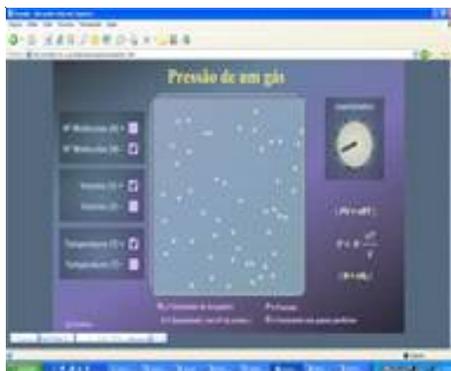
Modificação de uma (01) variável e o comportamento da pressão.



(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 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.

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

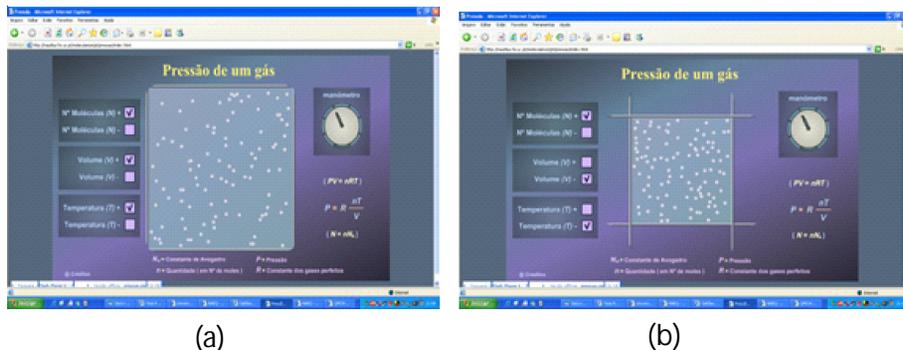


Figura 10 - Pressão de um gás em função das variáveis: aumento da temperatura e aumento na quantidade de moléculas/ aumento da quantidade de moléculas e redução de volume.

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.

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 ideias, 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 ferra-

mentas, 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 non* 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.

Ressaltamos, ainda, que alguns *softwares* simulam fenômeno químico difícil 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.

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

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, 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, as tecnologias digitais: *computador, sites e softwares educativos*.

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, como o 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), a Química é uma das grandes beneficiárias desses avanços tecnológicos, visto que moléculas

las 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 estéreio-seletivas.

Os *softwares especializados* permitem 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, as tecnologias digitais utilizadas 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 lançados 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 5 - 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 que alguns sites como quark¹⁸ e o NAEQ¹⁹ - Núcleo de Apoio ao Ensino da Química (textos interativos), concebidos como ferramentas disponibilizadas na rede, apresentam 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.

As iniciativas, como sbq²³, *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 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 do conhecimento*. A sua inserção no interior das instituições educativas possibilita uma dinâmica diferente ao ensino/aprendizagem.

A *internet*, *sites especializados*, *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

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.s bq.ensino.foco.fac.ufmg.br/interativo.

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.

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.

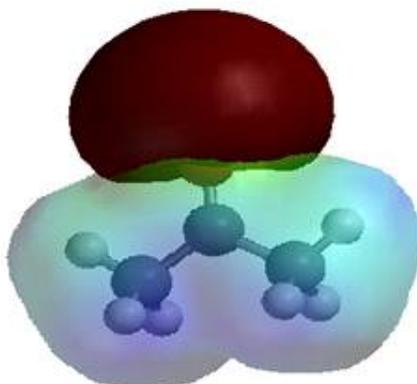


Figura 12 - Molécula de propanona (acetona).

A Figura 12 mostra na representação gráfica que o potencial eletrostático de uma molécula de propanona (C₃H₆O) 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.

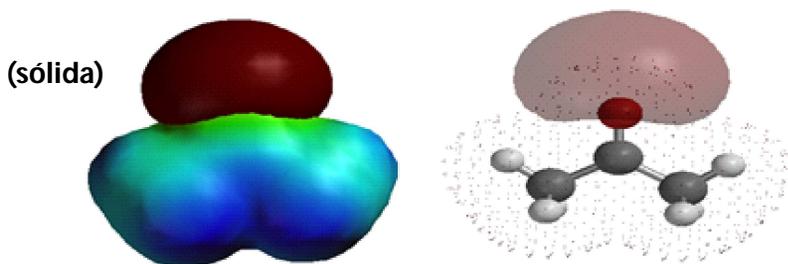


Figura 13 - Molécula de propanona (acetona).

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.

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.

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 área da ciência 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.

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

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

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*, *pape-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 resulta-

dos vivenciados na prática 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. Assim, 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 máquina²⁴, dificulta acessibilidade, aceitação e uso dessas tecnologias na feitura do saber²⁵ 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.

Desta forma, ressalta-se a compreensão patenteada em nível teórico que aponta indicativo de abundância extraordinária de

²⁴ Aqui representando todo o arsenal tecnológico explicitado nesse texto.

²⁵ Aqui compreendido como construção do conhecimento produzido em ambientes de aprendizagens.

informação disponibilizada na rede. A *internet* veio generalizar substancial alteração qualitativa na busca do conhecimento, cuja essência põe em relevo três pontos fundamentais para o tempo presente: acessibilidade, dinamismo e interatividade. Os *sites* e *softwares* 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.

2.2.4.1 Sites Especializados e Softwares educativos, utilizados como ferramenta pedagógica, no ensino de química.

Por definição, em essência, podemos dizer, de forma generalizada, correndo riscos reducionistas, que um *site* educativo 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 só, 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 tem-

pos do professor, do aluno e da máquina, para 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* especializados e *softwares* educativos de Química que possibilitam interatividade e dinamismo no ensino/aprendizagem. Por exemplo: webelements Periodic Table. Conforme veremos na figura, a seguir.

Figura 14 - 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 14 - 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 evidenciar 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. Trata-se de interações intermoleculares do plástico com a água. Veja a seguir a interação molecular do plástico.

(a) Interações moleculares do plástico com a água.

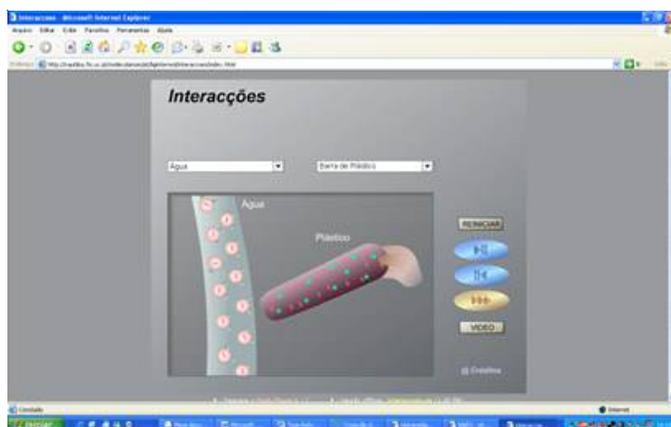


Figura 15 - Interações intermoleculares.

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.

Não obstante, temos clareza da existência de *sites* especializados e *softwares* educativos que possibilitam interatividade, simulações virtuais e modelagem, mas 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.

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.

A seguir, colocaremos em destaque os *sites* utilizados pelos professores de Química da UFPI, evidenciando suas peculiaridades.

(1) *Site* nautilus da página *Molecularium* - simulação em Física e Química.

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, troca de energia, entropia e desordem, equilíbrio, solubilidade de sais e luz. Todas as simulações são feitas nas linguagens "Java" ou "Flash", correndo *on line*.

Figura 16: *Site* nautilus na página *molecularium*.



Figura 16 - *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.

Este *site* está fundamentado numa base pedagógica que apresenta uma concepção teórica de aprendizagem progressista, centrado nas interações professor/aluno/conteúdo/tecnologia. A tabela, a seguir mostra o resultado concernente à base pedagógica do *site* analisado.

Tabela 6 – Base pedagógica do *site* nautilus.

Concepção teórica de aprendizagem	Progressista, centrado nas interações professor/aluno/conteúdo/tecnologia.
Simulação Animações imersas no site	Interações intermoleculares; alteração da pressão de um gás 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 <i>software</i>	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 no *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, 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. Resaltamos 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 servin-

do 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, na compreensão de (VALENTE, 2001) é um *site* "construcionista".

Pois, este *site*, especializado para o ensino de química, propicia integração interdisciplinar, entre as várias áreas do conhecimento, dentre elas: Química, Física, Matemática, bem como a interação professor/aluno/grupo/máquina. O *feedback* é dado ao aluno na interação com o objeto de aprendizagem, possibilitando a melhoria da qualidade do ensino.

A dimensão técnica analisada neste *site* está condensada na tabela, a seguir:

Tabela 7 - Dimensão técnica do *site* nautilus

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* na área de Química.

Tabela 8 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.

(2) **Site qmc.ufsc.br** : Revista Eletrônica de Química - UFSC.

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

Figura 17: Página da qmcweb.

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 9 - 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;

Transposição	<p>(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.</p> <p>(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;</p>
--------------	--

Linguagem	<p>(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;</p> <p>(b) Na perspectiva tradicional, a linguagem é clara, consistente, mas se limita à dimensão cognitivista do conhecimento.</p>
-----------	--

. Classificação do site	<p>(a) Na dimensão progressista, evidenciamos a animação, o que aponta para a dimensão construcionista;</p> <p>(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.</p>
-------------------------	--

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 site.

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 caracterizá-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, a seguir, mostra a dimensão técnica do *site* analisado.

Tabela 10 - Dimensão técnica do site qmc.ufsc.br

a. apresenta instruções de forma clara	<input checked="" type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
b. indica as possibilidades de uso	<input checked="" type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
c. importa e exporta objetos	<input checked="" type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
d. fornece manual de utilização com linguagem apropriada	<input type="checkbox"/> sim	<input checked="" type="checkbox"/> não
e. funciona em rede	<input checked="" type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
f. é auto-executável	<input checked="" type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
g. possui recursos de hipertextos e hiperlink	<input type="checkbox"/> sim	<input checked="" type="checkbox"/> não
h. apresenta facilidade de navegação	<input checked="" type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
i. apresenta mensagens de erro	<input type="checkbox"/> sim	<input checked="" type="checkbox"/> 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, impor-

ta 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 11 - 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 11 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 as devidas ressalvas.

(3) Site 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 18: NAEQ - Núcleo de Apoio ao Ensino da Química.

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

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

Figura 18 - Página da NAEQ.



(4) **Sites ucs.br; quark e chemkeys.**

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.

(a) Site ucs.br

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 19 - Tela típica que representa o site ucs.br



(b) Site 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, a seguir, o *site* chemkeys.



Figura 20 - Site chemkeys.



Figura 21 - Site chemkeys

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.

(c) Site quark.qmc.ufsc : 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, versado de forma linear tradicional, cujo traço perfilar deste *site* se resume a disponibilizar o conteúdo transcrito literalmente do formato papel para o formato digital, apresentado em muitos textos informativos.

site:

<http://quark.qmc.ufsc.br/organica>



Figura 22 - Site quark. qmc.ufsc.

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 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, na forma de tabelas, as características dos *sites* analisados, nas dimensões: base pedagógica; aspectos técnicos e categorização dos *sites* na área de Química.

Na tabela 12, veremos, de forma condensada, as características dos *sites* analisados, correspondentes à dimensão base pedagógica.

Tabela 12 - 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 <i>software</i>	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 excesso de informações químicas, caracterizando-o como "instrucionista" (VALENTE, 2001), propiciando ao aluno uma aprendizagem cognitivista. O *feedback* é dado ao aluno pelo professor na interação com a máquina. Veja, a seguir.

Tabela 13 - 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 14, que ressalta resumidamente a categorização dos *sites* analisados.

Tabela 14 - 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.

Concluimos 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, concluimos 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 ideias 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.

Na pesquisa de campo feita com os professores de química da UFPI acerca da utilização na prática pedagógica de *sites* especializados e *softwares* educativos, no ensino de química, obteve-se os seguintes resultados:

Tabela 15 - Site especializado de química utilizado na prática pedagógica.

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

Fonte: Pesquisa feita direta ao professor no campo.

Obs. As categorias são Não Excludentes.

As respostas obtidas na Tabela 15 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*; *journal chemical education*.

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

Tabela 16 - Softwares especializados em Química utilizados na sala de aula

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

Fonte: pesquisa direta.

Obs. As categorias são Não Excludentes.

O *software spartan*, o Química Orgânica 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 frequência de uso se refere ao *software spartan*, com 83,3% de uso.

Vale ressaltar que a ferramenta, *software spartan*, 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.

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 é 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.

Tabela 17 - Utilização dos *softwares* na prática pedagógica de Química

Softwares	Utilização do <i>software</i> 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 no campo.

Os *softwares* específicos de Química utilizados pelos professores na prática pedagógica de Química, conforme estão expressos na tabela referida, 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.

Trataremos mais detidamente sobre o *software spartan*. Esta ferramenta é uma das tecnologias digitais utilizadas no ensino/aprendizagem, na área de Química, cujo fazimento de modelos moleculares na sala de aula é cada vez mais comum nas Instituições de Ensino Superior - IES, utilizadas em aulas de Química Orgânica, 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 Cl₂ 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.

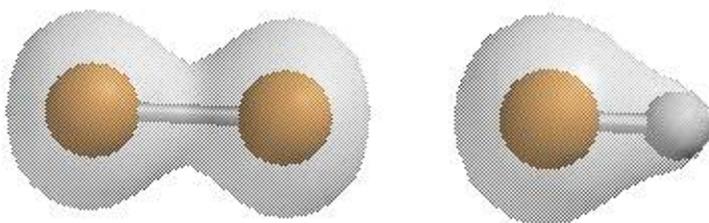


Figura 23 - Representação da nuvem eletrônica das moléculas de Cl₂ e HCl

(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.

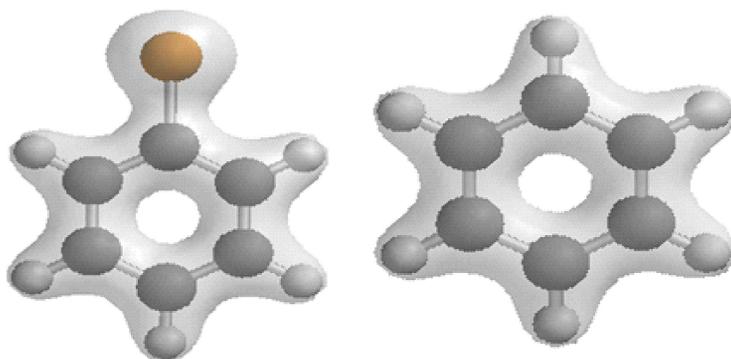


Figura 24 - Representação da nuvem eletrônica das moléculas de cloro-benzeno e benzeno.

(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 prever 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 (π) do anel está mais propenso a um ataque eletrofílico. Já na piridina, o ataque deve ocorrer no sistema (σ) do átomo de nitrogênio. Vejamos, a seguir, a figura 25 mostrando o ataque eletrofílico.

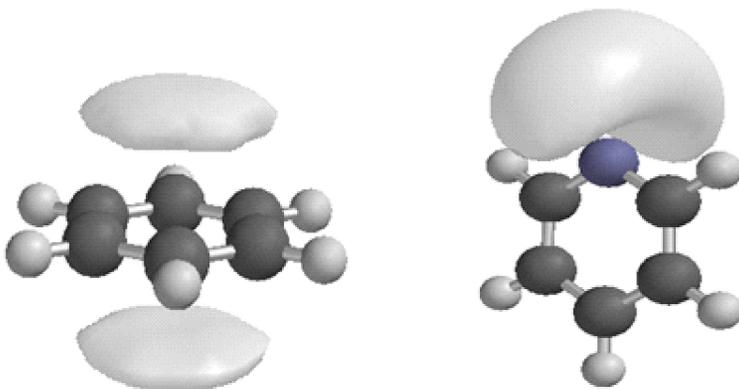


Figura 25 - Potencial eletrostático para as moléculas de benzeno e piridina.

(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, a seguir, 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:

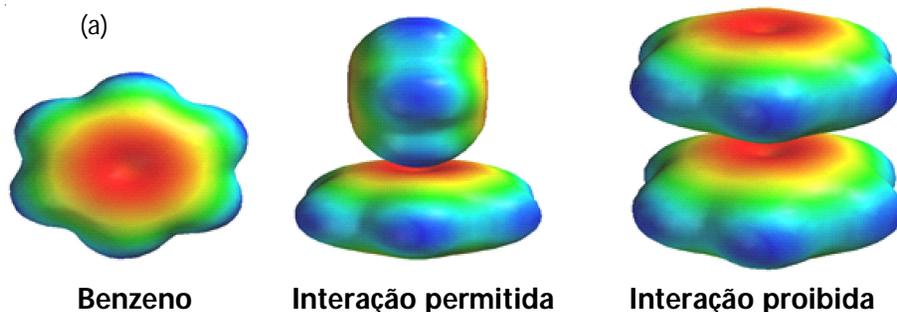


Figura 26 - Mapa de potencial eletrostático do benzeno e representação da interação.

Figura 27- Mapa de potencial para a molécula de água e a representação das interações intermoleculares

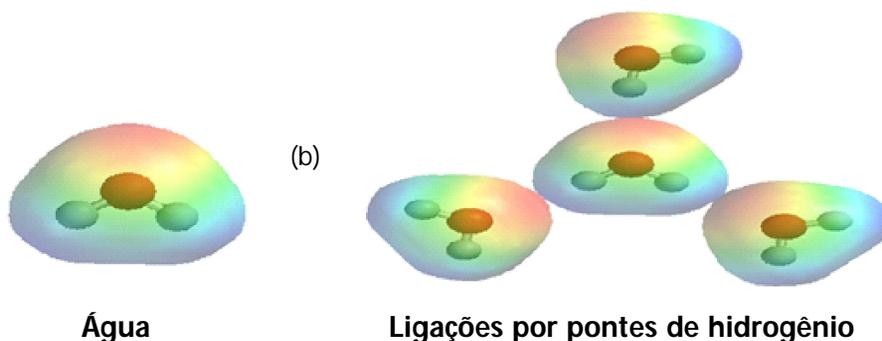


Figura 27 - Mapa de potencial eletrostático da água e representação das interações de suas moléculas

(f) Orbitais Moleculares

A interação de dois orbitais atômicos leva à formação de dois orbitais moleculares, 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 (π) π , bem como as interações de uma ligação (σ) σ .

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

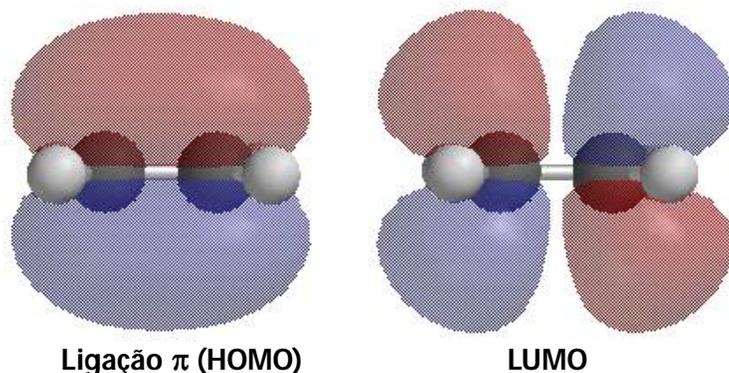


Figura - 28: Orbitais do tipo "p" na molécula de eteno.

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.

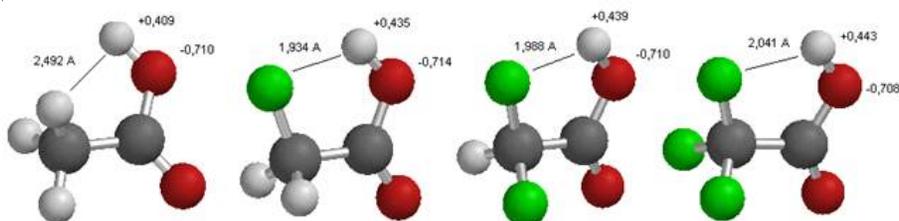


Figura 29 - Cargas do oxigênio e hidrogênio da ligação O - H no ácido etanoico, no ácido 2-fluor-etanoico, no ácido 2,2-difluor-etanoico e no 2,2,2-trifluor-etanoico, respectivamente, e a distancia entre átomos não ligados.

(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).

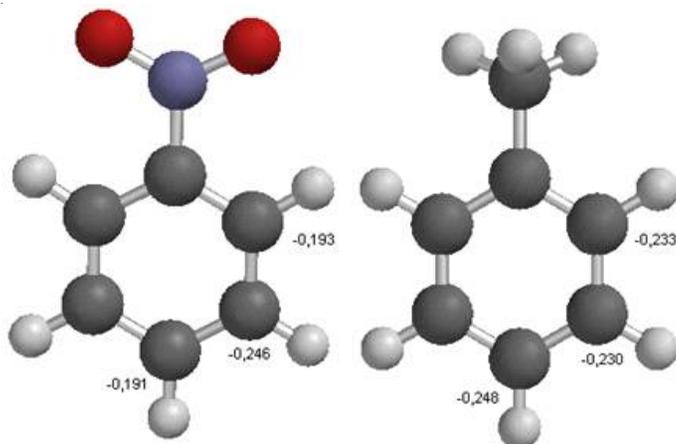


Figura 30 - Carga dos carbonos orto, meta e para no nitrobenzeno e tolueno.

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 eletrofilico. 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 18 - 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 <i>software</i> 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 ideia 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 19 mostra resumidamente a seção da grade de análise que trata sobre a dimensão técnica.

Tabela 19 - Dimensão técnica do software spartan.

a. apresenta instruções de forma clara	(x) sim () 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 20 mostra a categorização na área da Química no *software*.

Tabela 20 - 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.

Portanto, 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 e conhecimentos; acesso a informações atualizadas; acesso a novos conhecimentos e maior agilidade no aprendizado.

Uma diversidade de nuances se expressa quando tratamos das tecnologias digitais como vetor de mudanças na prática pedagógica, como: o velho discurso vestindo 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 específicos 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 e navegar em sua zona de conforto. Tal relação vai descortinar o quadro em que opera grande parcela de professores para dar significado à sua prática transpondo o fazer imediato, buscando justificção.

No confronto com os elementos da prática pedagógica permeada com *tecnologias digitais*, 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 na 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 pesquisados, foram constatadas três categorias gerais, surgidas das entrevistas com os professores, do *check-list* analisado e da revisão do quadro teórico adotado para a feitura 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.

(a) 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 dos *sites* especializados e *softwares* educativos 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.

(b) Contribuições das Tecnologias Digitais para o Ensino de Química.

Ao fazer uma análise do discurso dos professores usuários de tecnologias digitais, acerca do uso dessas tecnologias no espaço escolar, constatamos três subcategorias: (1) as tecnologias digitais auxiliam o professor no ensino/aprendizagem; (2) as tecnologias digitais possibilitam a simulação de experimentos virtuais capazes de reduzir custos, tempo e riscos ao professor no ato da execução; e (3) o acesso às tecnologias digitais possibilita maior velocidade, quantidade e dinamicidade na busca de informações e conhecimento. A seguir, explicaremos cada subcategoria.

(b.1) as tecnologias digitais auxiliam o professor, possibilitando acesso a diferentes perspectivas sobre um tema debatido. Na compreensão do Professor - 1, as 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. (Professor -1).

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 Professor - 2, diz:

No ensino de química, em mecânica quântica, por exemplo, percebo 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. (Professor-2).

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 Professor-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 antilogaritmo; 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.2) Na subcategoria 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 nuances 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 Professor-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, conseqüentemente, 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'. Na compreensão do Professor - 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 (Professor-4).

(b.3) 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 Professor - 4, expressa em sua fala, as contribuições das tecnologias digitais para o ensino de química.

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 (Professor - 4).

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, a seguir.

Tabela 21 - Categorização versus frequência 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 *sites* especializados e *softwares* educativos 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 softwares*, 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.

2.2.4.2 Estratégia Metodológica para Trabalhar Sites especializados e Softwares Educativos na 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 como condutoras à consolidação de uma lógica reprodutivista expressa com 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 Professor-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 (Professor-1).

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, mas a forma depende da estratégia metodológica impelida para conduzir a atividade. Desse modo, o Professor-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 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; conseqüentemente, 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 Professor-4 utiliza sua estratégia da se-

guinte 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 inseridos 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 diferentes e alunos diferentes, obtém resultados qualitativamente diversos. 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, Professor-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) estímulo os alunos, sob a 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 (Professor - 1 e Professor - 2)	Centrada nos alunos (Professor - 3 e Professor - 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 e na tecnologia.

A análise do discurso dos professores pesquisados acerca da questão concernente aos pontos positivos e negativos na utilização das tecnologias digitais, *sites* especializados e *softwares* educativos, no ensino de Química possibilitou detectar: (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 da consistência teórica do professor para trabalhar as tecnologias digitais no espaço escolar, o Professor - 2, argumenta:

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, produz a subcategoria referente à dimensão ponto negativo no uso das tecnologias digitais no ensino de Química.

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 in-

formações 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 22 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 22 - Categorizações resultantes do discurso dos professores relativos aos pontos positivos e negativos acerca do uso de *softwares* e *sites* específicos versus frequência mencionada.

PONTOS POSITIVOS QUANTO AO USO DE SOFTWARE E SITES	
Utilização de <i>softwares</i> e <i>sites</i> 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 ideia 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 confronto 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 ideias 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 das tecnologias digitais, nos possibilita o encurtamento de espaço/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.

(a) 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 Professor - 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 (Professor - 2).

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 23 - 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 consequente 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- 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. (Professor- 4).

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 frequência 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 Professor - 2, 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. (Professor - 2).

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 consequência, 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 (LÉVY, 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.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, até então, o que fica patenteadado 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 utili-

zação na sala de aula, cuja finalidade aponta para que a qualidade seja prevenida. 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 ensinar 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 ao 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 digitais *sites* especializados e *softwares* educativos 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.

4. 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 laptop: 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. SBO: *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: contribucion a la teoria de las representacions*. Fondo de Cultura Econômica, México, 1983.

LOLLINI, P. *Didática e Computadores - Quando e como a informática na escola*. São Paulo: Edições Loyola, 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. *Constitutivismo: 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. Challenges to science education and the STS response. *The Australian Science Teacher Journal*, 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.

MÔL, 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. SBO: *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: Papyrus, 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, Leticia 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: Papyrus, 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 Journal of Science*, v.10, n.4, p. 379-387, 1988.

SANCHEZ, Fábio. *O e-learning no limite entre a pedagogia e o comodatit*. Revista @prender virtual. http://www.aprendervitua.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 FAEEDBA - 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, Alvin, *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: Nield-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, Fábila 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 technology curricula*. European Journal of Science Education, v.4, n.1, p. 11-17, 1982

