

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

**“DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE FILMES DIDÁTICOS
NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM
DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO”**

Francisco Márcio Barbosa Teixeira

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE EM QUÍMICA, área de concentração: QUÍMICA.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique Ferreira

SÃO CARLOS -SP
2006

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

T266da

Teixeira, Francisco Márcio Barbosa.

Desenvolvimento e avaliação de filmes didáticos no processo de ensino-aprendizagem de química no ensino médio / Francisco Márcio Barbosa Teixeira. -- São Carlos : UFSCar, 2006.
105 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2006.

1. Química - ensino. 2. Material didático. 3. Ensino de segundo grau. I. Título.

CDD: 540.7 (20ª)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais
que me ensinaram, desde a infância, o
porquê da vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço pelo apoio e incentivo de minha família: pai, José Teixeira (*in memoriam*); mãe, Antônia Teixeira; irmão, Francisco Teixeira e esposa, Cátia Teixeira.

Aos amigos: Fábio, Janaína, Luciana, Marci e Roberto pelo abrigo nas noites em São Carlos. Aos amigos Gilmar e Ellen que me auxiliaram no aprendizado dos programas utilizados na produção das animações gráficas e na edição. A amiga Márcia por ensinar o “caminho das pedras” para um calouro da pós-graduação. Ao Beto e ao Irineu pelo apoio encontrado dentro do grupo. Para Leandro, Paula e Roberta pelo auxílio na captura das imagens. Para Valda Rocha, Lílian de Lima (que forneceram suas vozes para a narração dos filmes) e Daniel Guedes Evangelista (pela captura de áudio na qual foi obtida a narração definitiva dos filmes). Para Alessandro e Lisângela pela tradução do resumo.

Ao Prof. Luiz Henrique pela orientação, compreensão e amizade.

E principalmente a Deus, A Força que nos impulsiona à evolução interior.

LISTA DE ABREVIATURAS

ADC	- Aprendizagem Desenvolvida por Computador
BD	- Base (ou Banco) de Dados
CAI	- Computer-Aided (ou Assisted) Instruction
CAL	- Computer Assisted Learning
CD	- Compact Disc
CD-ROM	- Compact Disc-Read-Only Memory
DA	- Departamento de Artes
DQ	- Departamento de Química
DVD	- Digital Video Disk
E.E.	- Escola Estadual
FDCM	- Filme Didático de Curta Metragem
GB	- Gigabyte
IAC	- Instrução Auxiliada por Computador
JCE	- Journal of Chemical Education
PEQ	- Programas Educacionais para o Ensino de Química
QN	- Química Nova
QPS	- Quadros por Segundo
TC2000	- Telecurso 2000
UFSCar	- Universidade Federal de São Carlos
VHS	- Video Home System

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 – Possibilidades de aplicação das simulações analisadas ao currículo de Química.	37
TABELA 3.1 – Equipamentos utilizados na produção de um filme didático de curta-metragem (em CD) e posterior exportação à uma fita cassete (VHS).	67
TABELA 3.2 – Programas utilizados para criar as animações e editar o filme.	68
TABELA 3.3 – Distribuição dos temas abordados durante a primeira aplicação, realizada na II Semana como Químicos na UFSCar.....	69
TABELA 3.4 – Distribuição dos temas abordados durante a segunda aplicação, realizada na E.E. “Maria Vera de Siqueira Lombardi”.	70
TABELA 3.5 – Número total de participantes e questionários analisados na 1ª Etapa de aplicação. .	70
TABELA 3.6 – Número total de participantes, questionários analisados e evasão na 2ª Etapa de aplicação.	70
TABELA 4.1 – Avaliação das respostas dos alunos no questionário final em relação a caracterização das reações químicas e equilíbrio químico na primeira etapa de aplicação.	74

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – Porcentagem de retenção de informação em relação ao procedimento de ensino utilizado.	13
FIGURA 2.2 – Abordagens pedagógicas para a utilização de computadores no processo de ensino-aprendizagem.	30
FIGURA 2.3 – Porcentagem das categorias encontradas no periódico Journal of Chemical Education.	34
FIGURA 2.4 – Porcentagem das categorias encontradas na revista Química Nova.	34
FIGURA 2.5 – Modos de se classificar um programa de simulação direcionado para o Ensino de química.	36
FIGURA 3.1 – Visualização da interface com o programa AutoCAD 2000 com a representação de um cristal de gelo. Neste modelo, há 1.200 moléculas de água sendo representadas.	60
FIGURA 3.2 – Visualização da interface como o programa 3DStudio Max 4 com a representação de um cristal de carbonato de cálcio. Na figura, o cristal está sendo observado em três posições diferentes. Neste modelo, há 3.840 átomos sendo representados.	60
FIGURA 3.3 – Três células unitárias do gelo hexagonal observada por três posições diferentes; as esferas azuis representam os átomos de hidrogênio e as vermelhas os átomos de oxigênio. Visão superior (a), visual frontal (b) e visão lateral direita (c).	61
FIGURA 3.4 – Medidas utilizadas na produção da representação da molécula de água.	62
FIGURA 3.5 – Célula unitária do gelo hexagonal. Utilizando o raio de van der Waals (a) e o raio covalente (b).	62
FIGURA 3.6 – Célula unitária do carbonato de cálcio observada por três posições diferentes; as esferas amarelas representam os íons cálcio (II), os átomos de carbono (esferas cinza) e os átomos de oxigênio (esferas vermelhas) formam os íons carbonatos (CO_3^{2-}). Visão superior (a), visual frontal (b) e visão lateral direita (c).	63
FIGURA 3.7 – Primeiro quadro da gravação de um cubo de gelo em um vidro de relógio.	65
FIGURA 3.8 – Cabos de conexão utilizados para exportar os sinais de áudio e vídeo e a entrada de sinal no videocassete. Cabo para exportar o sinal de vídeo (a), cabo para exportar o sinal de áudio (b) e entradas para conectar os cabos de áudio e vídeo.	67
FIGURA 3.9 – Questionário inicial e final aplicado na E.E. “Maria Vera de Siqueira Lombardi”, semelhante ao aplicado na “II Semana como Químicos na UFSCar.”	71
FIGURA 4.1 – Avaliação das respostas dos alunos no questionário inicial e final, em relação às características macroscópicas na primeira etapa de aplicação.	73

FIGURA 4.2 – Avaliação das respostas dos alunos no questionário inicial e final em relação às características sub-microscópicas na primeira etapa de aplicação.....	74
FIGURA 4.3 – Avaliação das respostas dos alunos no questionário inicial e final em relação às características macroscópicas na segunda etapa de aplicação.....	76
FIGURA 4.4 – Avaliação das respostas dos alunos no questionário inicial e final em relação às características sub-microscópicas na segunda etapa de aplicação.....	76
FIGURA 4.5 – Avaliação das respostas dos alunos no questionário inicial e final em relação às características das reações químicas durante a segunda etapa de aplicação.	77
FIGURA 4.6 – Avaliação das respostas dos alunos no questionário inicial e final em relação às características do equilíbrio químico durante a segunda etapa de aplicação.	77

RESUMO

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE FILME DIDÁTICO NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO

Neste trabalho, foi explorada a utilização indireta do computador no processo de ensino-aprendizagem de Química no ensino médio. Foram produzidos dois filmes didáticos de curta metragem (FDCM) utilizando imagens capturadas por câmera digital e imagens produzidas por animação gráfica; utilizou-se também a captura de áudio que foi adicionada aos filmes, como narração, durante a etapa de edição.

A utilização dos filmes foi executada através de mini-curso a dois grupos distintos de alunos. No primeiro grupo havia duas turmas, o período do mini-curso foi de uma semana somando um total de vinte horas. O segundo grupo foi dividido em três turmas de acordo com as séries do ensino médio, o período foi de três semanas somando um total de quatro horas e meia de mini-curso para cada turma.

Na aplicação dos filmes produzidos, foram adotadas as etapas apresentadas, de forma simplificada, a seguir: (1) Aplicação de um questionário inicial sobre o tema a ser abordado, neste caso: estados físicos da matéria, reações químicas e equilíbrio químico; (2) apresentação do conteúdo através de aula ministrada em conjunto com experimentos relacionados ao tema; (3) aplicação do primeiro filme; (4) continuação da apresentação do conteúdo; (5) aplicação do segundo filme; (6) aplicação de um questionário final. Comparando o primeiro e o segundo questionário foi possível verificar a aprendizagem do conteúdo por parte dos alunos. O primeiro grupo de alunos ao qual o mini-curso foi aplicado obteve melhor resultado de aprendizagem. Para o segundo grupo, os resultados foram menos satisfatórios, possivelmente em função do tempo reduzido da etapa de aplicação.

Por fim obteve-se uma seqüência de trabalho para produzir FDCM semelhantes aos utilizados neste trabalho.

Palavras-chave: ensino de química, ensino médio, filmes didáticos, animações gráficas.

ABSTRACT

DEVELOPMENT AND ASSESSMENT OF THE VIDEOTAPE USAGE IN THE CHEMISTRY TEACHING-LEARNING PROCESS IN HIGH SCHOOL

This research aimed at analyzing the computer's indirect usage in the Chemistry teaching-learning process in high school. For such a purpose, two short pedagogical films (SPF), which contained images captured by digital camera and images produced by graphic design, were produced; it was studied as well the transmission of the audio that was added to the films during the edition's period, such as narration, for instance.

The usage of the films occurred through a mini course given to two different groups of students. There were two teams in the first group; the duration of this mini course was of a week, totalizing twenty hours. The second group was divided into three teams according to the students' degree of scholarship in high school; it took three weeks, with four hours and a half of mini course to each team.

It was also adopted a sequence of research during the application of these films: (1) the usage of an initial questionnaire about the topic to be studied, i.e.: the material physical properties; the chemical relationships; and the chemical equilibrium; (2) the introduction of the contents through a practical class with materials and experiences directly related to the topic; (3) the usage of the first film; (4) the formal presentation of the contents; (5) the usage of the second film; (6) and the application of a final questionnaire. It was possible to observe the assimilation of the showed contents by some of the students when both questionnaires were compared. The first group of students who took part of the mini course classes had better results of learning. The second team did not have so satisfactory results as the first one, perhaps because the time of the application period was not enough.

At last, it was pointed out an optimized sequence to the production of SPF, close to those of this research.

Key-words: Chemistry teaching; high school; pedagogical films; graphic design.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT	xi
1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - Importância de Aprender Química	1
1.2 - A Tecnologia Exerce Influência no Ensino.....	3
1.3 - Televisão, Videocassete e DVD: Tecnologias Difundidas	6
1.4 - Telecurso 2000	8
1.5 - Objetivos.....	10
2 - REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 - Meios Auxiliares de Ensino	11
2.1.1 -Linguagem didática	11
2.1.2 -Material Didático	12
2.1.3 -Comunicação Pedagógica	13
2.2 - Alguns Materiais Didáticos.....	14
2.2.1 -O Quadro-de-giz	15
2.2.2 -O Retroprojeto e o Projetor Cinematográfico	15
2.2.3 -A Televisão	18
2.2.4 -O Videocassete.....	20
2.3 - Imagem na Educação	21
2.3.1 -Mídias Analógicas e Mídias Digitais.....	24
2.4 - Computadores na Educação.....	26
2.4.1 -Computador como Instrumento de Ensino.....	27
2.4.2 -Computador como Ferramenta de Aprendizagem	28
2.4.3 -Programas Educacionais para o Ensino de Química.....	30
2.4.4 -Simulações Conceituais e Ferramentas de Modelização.....	35
2.4.5 -Limitações do Uso das Simulações no Ensino	37
2.5 - Filmes na Educação	40
2.5.1 -Filmes Comerciais.....	41
2.5.2 -Filmes Didáticos.....	42
2.5.3 -Produção de Filmes Didáticos	43
2.6 - Pressey e a Máquina de Ensinar	45
2.7 - Contribuições de Skinner	46
2.7.1 -Comportamento e Reforço.....	46
2.7.2 -Aprendizagem Programada	47
2.7.3 -Críticas a Aprendizagem Programada	48
2.8 - Contribuições de Bruner	49
2.8.1 -Aprendizagem por Descoberta	51
2.9 - Cognitivistas versus Behavioristas.....	52
2.10 - Comenius e a Utilização dos Sentidos.....	54

3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	56
3.1 - Produção do Filme Didático de Curta-Metragem.....	56
3.1.1 - Escolha do Tema.....	57
3.1.2 - Elaboração do roteiro.....	58
3.1.3 - Produção das Imagens e Captura da Narração.....	59
3.1.4 - Edição.....	66
3.1.5 - Programas e Equipamentos Utilizados.....	67
3.2 - Aplicação.....	68
3.2.1 - Descrição da Primeira Etapa.....	69
3.2.2 - Descrição da Segunda Etapa.....	69
3.3 - Avaliação da Aprendizagem.....	71
4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	72
4.1 - Primeira Etapa — II Semana como Químico na UFSCar.....	73
4.2 - Segunda Etapa — E.E. “Maria Vera de Siqueira Lombardi”.....	75
4.2.1 - Avaliação dos mini-cursos segundo os alunos.....	79
5 - CONCLUSÕES.....	80
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
APÊNDICES.....	85

1 - INTRODUÇÃO

Aos dezessete anos de idade tive meu primeiro contato com computadores e apesar desta primeira experiência não ter sido boa, eu fiquei fascinado por essa máquina e algum tempo depois estava entregando todos os trabalhos digitados e impressos, deixando de lado a máquina de escrever na qual meu irmão me ensinou a datilografar. Em pouco mais de dois anos iniciei um trabalho na área de educação. Comecei lecionando química no Cursinho da UFSCar, projeto que ainda hoje ajuda vários alunos a entrar em instituições superiores de ensino e me ajudou a melhorar minha prática educacional.

Já lecionei no ensino médio em escolas estaduais e atualmente leciono em um curso pré-vestibular alternativo e um colégio particular e a partir desta experiência observei que muitos alunos têm dificuldade de aprendizagem de conceitos; um desses casos é a teoria de repulsão dos pares de elétrons que nos auxilia na previsão da geometria molecular. Esta teoria é importante por prever a polaridade das substâncias e isto possui aplicação no nosso cotidiano, pois explica o motivo de água e óleo não serem miscíveis. É difícil representar a geometria tetraédrica na lousa e quando ela é desenhada alguns alunos não percebem que com aquele desenho tenta-se mostrar uma figura em três dimensões. Podem-se utilizar outros meios de demonstrar esta e outras figuras tridimensionais, por exemplo: a utilização de bexigas, modelos moleculares e até brinquedos encontrados no comércio, que utiliza pinos magnéticos e esferas metálicas. Quanto mais estes meios forem explorados pelos professores melhor para o aluno.

Ao término do curso de graduação em Química tive a oportunidade de iniciar um trabalho que reunia os prazeres de lecionar e utilizar computadores. A idéia era produzir animações gráficas em computador e aplica-las durante as aulas. A partir dela surgiram algumas questões: Qual o procedimento para se obter esta animação? Como ela será apresentada aos alunos? No desenvolvimento deste trabalho foi possível responder a essas perguntas e outras que surgiram durante sua realização.

1.1 - Importância de Aprender Química

Qual a importância do ensino da Química? Para um técnico de química ou um outro profissional do ramo da Química é obvio essa importância, mas, qual a

necessidade de se ensinar química para um estudante que deseja atuar numa área totalmente diferente desta, por exemplo, as Ciências Sociais?

Segundo Folgueras-Domínguez (1994): “O estudo da Química desenvolve a capacidade de indução, dedução e o uso de modelos. (...) Esses conjuntos de operações mentais podem ser aplicados com sucesso a situações completamente diferentes das que se apresentam em Química. Não se insinua com isso que a Química e seu estudo possa resolver problemas relativos à demografia ou política, por exemplo; mas não se pode negar que o raciocínio bem conduzido em problemas relativos à compreensão de fenômenos químicos constitui um excelente ponto de partida, pelos seus aspectos diversificados, para a aplicação de um raciocínio corretamente conduzido no estudo de outros fenômenos (...)”.

Dessa forma, o estudo das Ciências Exatas e da Terra pode desenvolver o raciocínio do estudante, e este é uma poderosa ferramenta, pois pode ser aplicada diretamente na área de atuação do futuro profissional que o estudante se tornará. Assim ele poderá adaptar-se à sua realidade e modificá-la quando necessária.

Podemos atribuir para Química uma outra função: a de Ciência capaz de nos auxiliar na busca das soluções para os problemas ambientais que afetam as grandes cidades e também áreas não desenvolvidas que sofreram queda da qualidade ambiental devido ao desenvolvimento de outras regiões.

No mundo atual a Química pode ser interpretada de várias formas. Segundo Rosa e Rosa (1998): “A palavra Química carrega uma série de significados, muitas vezes ambíguos ou confusos. Basicamente parece que ela pode ser entendida de três formas: como um repertório imenso de técnicas, como uma Ciência ou como um setor da Economia. Estas concepções a respeito da Química têm origens históricas, pois se examinarmos a história desta ciência nos últimos trezentos anos poderemos perceber vários movimentos que surgiram dentro dela e que a levaram a caminhos diferentes nas relações com outras ciências e com a evolução da qualidade de vida da espécie humana”.

O desenvolvimento da Química teve um grande salto após a Revolução Industrial no qual resultaram muitas melhorias na qualidade de vida da espécie humana, por exemplo: os antibióticos e analgésicos que reduziram tanto o número de mortes como o sofrimento de pacientes em hospitais. Porém, o desenvolvimento

da Química também é visto como a responsável por muitos problemas, por exemplo: poluição das grandes cidades e dos rios causadas pelas indústrias e/ou automóveis.

1.2 - A Tecnologia Exerce Influência no Ensino

Ultrapassada a primeira etapa, perceber o quanto é necessário o ensino de Química, agora é preciso apresentar a necessidade de modificar alguns aspectos do ensino como ele é conduzido atualmente.

Nos últimos anos, houve um grande desenvolvimento nas tecnologias da informação e isto influencia grandemente a prática educacional. Segundo Coimbra (1999): “Há alguns anos ficamos maravilhados com a introdução dos computadores nas empresas. Hoje é difícil imaginar que uma empresa possa gerenciar o seu fluxo informacional sem o apoio de um computador. De certa forma, as escolas também vivem essa realidade, pois, sem computadores, o gerenciamento de aproximadamente 300.000 revistas técnicas no mundo, o que equivale de 3 a 10 milhões de artigos por ano, a publicação de 2.000 livros a cada dia e a geração de 7.000 trabalhos de pesquisa por dia seriam impossíveis. Seguindo as tendências do terceiro milênio, o computador tem um papel pedagógico fantástico, pois permite a utilização de diversos meios simultaneamente e facilita a disseminação de informações. (...) Para a construção de um saber atualizado é essencial uma integração entre informática¹ e as práticas educacionais. A escola tem como papel fundamental o de preparar o cidadão para o convívio em uma sociedade informatizada”.

Não podemos permitir que as técnicas de ensino modifiquem-se lentamente enquanto que o mundo fora das salas de aula passa por transformações cada vez mais rápidas.

Nas últimas décadas o computador passou de um instrumento utilizado em poucas indústrias para ferramenta utilizada em pequenas, médias e grandes empresas; ele também se tornou um utensílio doméstico: utilizado para trabalhos escolares e diversão, vale a pena observar que os computadores pessoais estão ficando cada vez mais acessíveis. Podemos citar também o surgimento de outras

¹ Ciência que visa ao tratamento da informação através do uso de equipamentos e procedimentos da área de processamento de dados. In: Dicionário Aurélio Eletrônico – Século XXI: Lexikon Informática: Nova Fronteira. CD-ROM.

tecnologias: os aparelhos de telefonia móvel (telefones celulares), aparelhos digitais de vídeos (os DVD's) a própria rede mundial de computadores (a internet).

Nos últimos anos muitas coisas mudaram no nosso dia a dia, mas a realidade das escolas quando mudaram, mudaram sutilmente. Para comprovar isto basta entrarmos numa sala de aula e o que veremos dificilmente será diferente de carteiras, giz e lousa.

Não se pretende insinuar que não é possível a prática educacional sem a utilização e equipamentos modernos, mas uma das obrigações da escola é preparar o aluno para seu futuro profissional, portanto, é necessário que algumas dessas novas tecnologias estejam presentes no cotidiano escolar. (Coimbra, 1999).

O papel do professor não é mais o de “transmissor” de conhecimento e o educando deixou de ser uma caixa vazia para que o próprio professor a preencha de informações; atualmente o aluno necessita de um orientador que o ensine a utilizar todos esses novos dados que surgem e para isto o professor deve estar apto para trabalhar com o que pode ser encontrado pelo educando no seu cotidiano.

Precisamos aprender como utilizar e praticar a utilização desses novos meios de comunicação para prepararmos os alunos para esta sociedade tão informatizada.

Coimbra (1999) conclui seu trabalho afirmando: “Os processos interativos possibilitados pela tecnologia de informação e de comunicação contribuirão significativamente para a modificação do processo educacional. O ensino baseado em novas tecnologias, que permite a interação entre professores e alunos num processo de comunicação aberto, interpessoal e afetivo, balizará o caminho da educação neste novo milênio. Surge, portanto, um novo paradigma educacional que reconhece que o aluno aprende muito mais no seu contato com o mundo exterior e que a tecnologia contribui para a renovação pedagógica e qualificação do processo educacional”.

É fácil perceber que a nossa sociedade passa por um momento informatizado e que o aluno deve ser preparado para isso, mas qual a melhoria que a informática pode nos oferecer para o processo educacional?

A utilização de programas de computadores pode permitir ao aluno aprender matemática, ciências, história, noções básicas de lógica, etc. Um recurso que os computadores oferecem para esse objetivo é o hipertexto.

Segundo Duaik (1999): “O hipertexto é uma forma de apresentação de informações nas quais textos, sons e imagens podem ser interligados virtualmente em um programa de rede de associações que permitem ao usuário percorrer assuntos inter-relacionados independentes da ordem linear e seqüencial em que os tópicos são apresentados. A característica principal do hipertexto é a complexidade da organização. (...) O hipertexto pode ser definido como uma organização não-sequencial de visualizar a informação em um meio não-linear, computadorizado, de maneira que se possa controlar a informação em qualquer ordem, selecionando o tópico indicado na tela”. O hipertexto, portanto, é um recurso que poderá ser aplicado na prática educacional.

Podemos citar um possível exemplo: um aluno está estudando estequiometria através de um hipertexto e em determinado momento ler sobre a teoria Atômica de Dalton; o aluno coloca o ponteiro do *mouse* sobre esta conexão e clica, surge então um novo texto na tela, discutindo sobre este modelo atômico. Neste novo texto está escrito também que os primeiros a ter a idéia de átomo foram: Demócrito e Leucípo; o aluno então coloca o ponteiro do *mouse* sobre a conexão Demócrito e clica, surgindo então outro texto, este comentando sobre a vida de Demócrito. O aluno poderia continuar pesquisando outras conexões existentes nesse hipertexto, o importante é que ele pesquise as conexões que lhe chamam a atenção, por não conhecer ou por querer conhecer mais sobre o assunto. Este exemplo demonstra como a utilização de hipertextos pode enriquecer a prática educacional.

A hipermídia, hipertexto com a presença de componentes não-textuais como animações, sons e vídeos, também é um recurso que com os novos programas de computador pode ser produzida. Esta hipermídia pode ser gravada num disco óptico para ser utilizada em outros computadores (CD-ROM).

Sobre hipermídia, Duaik (1999) escreve: “As hipermídias são estruturas criadas para permitir que a aprendizagem se aproxime do raciocínio humano. Nelas os assuntos ficam ligados de modo que o usuário possa saltar de um assunto para o outro na forma que melhor convenha, tornando o sistema de aprendizado mais prazeroso. A hipermídia possibilita a formação de alunos capazes de construir sua própria aprendizagem, tornando-os mais responsáveis no seu estudo, formando pesquisadores autônomos à medida que descobrem as áreas de seu interesse”.

Devido a todas estas possibilidades, agora parece claro o motivo da utilização de novas tecnologias no processo ensino-aprendizagem. No Ensino de Química, além de hipertextos e hipermissão, pode ser citada também a possibilidade de simular, através de programas de computadores, diversos processos microscópicos. Com essas simulações será mais fácil mostrar os modelos utilizados em química e suas aplicações. Mas há uma coisa que não podemos deixar de considerar: embora o computador, atualmente, seja uma ferramenta muito utilizada na nossa sociedade, essa ferramenta ainda está longe de ser um instrumento de fácil utilização e largamente difundida. Não podemos afirmar que há computadores em todas as escolas e que nelas existe um número suficiente de pessoas capacitadas para efetuar manutenções necessárias nos computadores e que também possam orientar os alunos nas aulas que necessitem utilizar esses computadores.

1.3 - Televisão, Videocassete e DVD: Tecnologias Difundidas

Não poderemos esperar até que todas as escolas obtenham computadores e pessoas capacitadas para utilizá-los no ensino; é necessário que essa tecnologia possa ser levada para as escolas por um modo mais acessível. No caso de hipertextos e hipermissão isto é pouco viável, pois eles necessitam da utilização direta de computadores, mas as simulações citadas anteriormente podem ser gravadas em videoteipe, ou até mesmo em DVD, para futuras apresentações em sala de aula. A televisão, o videocassete e mais recentemente o DVD são tecnologias mais difundidas nas escolas. Pouco treinamento é necessário para a utilização deles, além de serem aparelhos encontrados em muitas casas, sejam de alunos ou de professores.

Com a criação de simulações em computador pode-se levar uma parte destas novas tecnologias para as escolas. Devemos aproveitar a facilidades que estão ao nosso alcance no momento; há alguns anos atrás para se criar uma animação gráfica era preciso: equipamentos caros e profissionais com grande experiência; atualmente, é mais fácil esse tipo de criação e com pouco investimento de tempo e de dinheiro. Essas simulações podem ser unidas a imagens gravadas em filmadoras, para a produção de um filme didático, podendo ser apresentada em sala de aula.

Segundo Miranda (1998): “(...) A linguagem das imagens e sons – cinema, vídeo, TV, CD-ROM, etc. – tornou-se uma preocupação para os profissionais da educação. Associada à idéia de novas tecnologias, esta linguagem é considerada hoje, no Brasil, um desafio para a educação escolar. Alguns ‘teóricos’, mais apressados, já inventaram o termo ‘Pedagogia da imagem’. Tentam criar uma área de conhecimento e pesquisa específica sobre o uso da imagem na educação”. Sobre computadores e vídeos domésticos Miranda (1998) afirma: “(...) são apenas suportes materiais, cada vez mais acessíveis aos educadores e a educação, por causa da sua possibilidade mercadológica. Mais do que acompanhar o desenvolvimento tecnológico, a educação brasileira começa a participar da criação de uma fatia do mercado audiovisual – o de material didático pedagógico”.

A produção e a utilização de vídeos didáticos como material audiovisual para o ensino de Química pode dar significativa contribuição na aprendizagem, pois além da possibilidade de demonstrar modelos microscópicos eles poderão alcançar qualquer escola que tenha TV e um equipamento para a reprodução de imagens gravadas (um aparelho de videocassete ou DVD).

Outro recurso que pode ser utilizado com vídeos didáticos é a demonstração de processos químicos e físicos. Com esse recurso, um grande número de experiências pode ser demonstrado sem que os alunos estejam presentes em laboratório, dessa forma os alunos não estão sendo expostos a reações perigosas, há um reduzido gasto de reagentes e diminuição de resíduos produzidos, pois o experimento depois de gravado em videotape pode ser apresentado diversas vezes. Fortman e Battino (1990 e 1992) apresentam um conjunto de demonstrações de baixo custo gravadas em vídeo.

Outros trabalhos semelhantes também foram produzidos:

Jones e Smith (1991) relatam a utilização de quatro CD-ROM contendo lições que não somente demonstram simulação e técnicas de laboratório, mas também são interativas. Segundo eles, estas lições são utilizadas em metade dos créditos no primeiro semestre de química geral e um sexto dos créditos no segundo semestre. Estas lições têm reduzido o problema de exposição a reações perigosas e descarte de metais pesados. O custo tem sido reduzido por utilizar menos reagentes químicos e reduzir quebra de vidraria. Lições interativas motivam mais os alunos e enriquecem o conteúdo do curso, afirmam os instrutores neste trabalho, preparando melhor o estudante para o trabalho de laboratório.

Pence (1993) utiliza multimídia no ensino de Química Geral. Segundo ele, apresentações simples de multimídias oferecem significativos avanços no ensino de química; videoteipes, CD-ROM e simulações de computadores são uma extensão natural das tradicionais aulas teóricas. Os vídeos oferecem muitos avanços, incluindo a possibilidade de demonstrar reações perigosas e rapidez para repetir a demonstração quando necessária.

Trabalhos como os citados acima confirmam que a utilização de recursos audiovisuais em parceria com a multimídia pode gerar bons resultados, tanto na motivação dos alunos como também a economia de reagente, sem contar a redução da produção de resíduos.

Um trabalho utilizando videoteipe, sem recursos de multimídia, foi realizado por Burewicz e Gulinska (1990) que aplicaram videoteipes de quinze a vinte minutos durante o curso de Licenciatura de Química. O objeto desses vídeos concentrou-se em quatro tópicos: (1) informações gerais, compreensão geral dos métodos utilizados em ensino de química; (2) métodos de ensino, esse segundo grupo enfoca ilustrações de como um professor de química prepara uma aula, incluindo análise do programa de ensino, conteúdo de livros textos e meios de complementá-lo; (3) equipamentos usados em química e por último, (4) problemas particulares neste campo, por exemplo, introdução a problemas de matemática encontrados em aulas de química.

Como é possível observar, a utilização de vídeo didático já é um recurso audiovisual explorado no ensino de química tanto no nível médio como no superior e até mesmo em cursos de Licenciatura em Química. Concordando com Duaik (1999) quando afirma que é muito cedo para avaliarmos verdadeiramente o alcance da informática em educação, pode-se complementar: que a combinação de vídeo didático com simulações de computadores pode ser também um recurso muito importante no ensino de química e de outras ciências no nível médio.

1.4 - Telecurso 2000

Um projeto que utiliza muito bem televisão e videocassete é o Telecurso 2000 (TC2000), sendo esse material formado por livros e aulas em vídeo, sendo estas também chamadas de teleaulas. Podemos citar, pelo menos, três formas distintas de trabalhar com o material do TC2000: (1) Assistindo as teleaulas

transmitida por uma emissora de TV². (2) Assistindo as fitas em uma sala de aula instalada em uma instituição particular ou pública; nessa utilização há a orientação de um professor que auxilia os alunos a trabalhar as teleaulas em conjunto com os livros. (3) Assistindo em qualquer lugar. Nossa atenção será voltada para a segunda forma de aplicação descrita anteriormente. (Sartorato, 2006).

Segundo Sartorato (2006): “A telessala combina o uso de programas de TV (teleaulas) com materiais impressos próprios referentes a cada disciplina, tendo a proposta de possibilitar uma aprendizagem dos conteúdos e construção de novos conhecimentos bem como sua aplicação principalmente em situações do cotidiano”.

As aulas possuem uma estrutura que deixa em evidência três momentos: (1) O conteúdo é abordado de forma motivadora, isto é, enfatizando situações curiosas, sendo essa uma das grandes vantagens dos recursos audiovisuais, como veremos no decorrer deste trabalho. (2) O conteúdo é analisado de vários modos diferentes, interpretando outros fatos e dados, de forma que uma hipótese seja construída pelos próprios alunos, com o auxílio do professor, sobre o tema tratado. (3) Nesse momento, o professor deve conduzir os alunos a organizar de forma sistemática todas as informações que lhes foram apresentadas, assim, pode ocorrer a compreensão do conteúdo estudado. Nos momentos anteriores ocorreu o confronto do conhecimento informal do aluno com os fatos e dados observados da natureza, esse confronto pode propiciar ao aluno que reconstrua seu conhecimento. (Sartorato, 2006).

Sartorato (2006) cita: “Os programas televisivos abordam conteúdos de forma contextualizada, ou seja, apresentam cenas de situações que são trabalhadas no livro-texto e que segundo a proposta, o livro pode ser trabalhado como: forma de exercício, como leitura complementar, como atividade experimental, como a resolução de um problema que exija uma opinião pessoal ou em uma situação que exija a análise de uma foto ilustrativa de uma paisagem, de um corpo humano, etc”.

A hipótese construída no segundo momento deve estar de acordo com o conhecimento formal, caso contrário o conteúdo deverá ser trabalhado um pouco mais até que a hipótese final esteja de acordo com a aceita no meio científico.

² “Atualmente, o TC2000 é exibido nas seguintes emissoras: Canal Futura, TV Globo, TVE, TV Cultura, TV Vida, TV Minas, Sistema SESI/SENAIS, Globo Internacional, TV Ceará e TV Escola.” (Sartorato, 2006).

Portanto, o TC2000 é um excelente exemplo da utilização de vídeos didáticos. Eles abordam a aprendizagem por descoberta principalmente porque a estrutura dos três momentos apresentadas anteriormente explora a abordagem hipotética e vai muito além da abordagem expositiva. A aprendizagem por descoberta e as abordagens hipotética e expositiva serão tratados mais adiante.

1.5 - Objetivos

A partir do exposto anteriormente é possível denotar os objetivos que nortearam este trabalho.

1) Escolha de temas para serem abordados no Filme Didático de Curta Metragem (FDCM) e elaboração um *storyboard*³ para orientar a produção do mesmo. Para substituir o termo inglês *storyboard*, será utilizado roteiro, embora aquele seja muito utilizado nos meio audiovisual e, por isso, facilmente encontrado.

2) Produção de simulações utilizando programas de computadores apropriados enfocando o que ocorre microscopicamente quando um fenômeno relacionado ao um conteúdo previamente escolhido é produzido.

3) Realização das gravações, através de câmeras digitais, de como é observado, macroscopicamente, o mesmo fenômeno.

4) Combinação das simulações obtidas em computador com as capturas de vídeo para produção de um filme de curta-metragem em formato digital, permitindo o armazenamento e o transporte em CD.

5) Exportação do filme produzido em CD para fita de videocassete.

6) Aplicação do videoteipe após uma aula teórica do assunto e avaliação do aprendizado proporcionado pelo mesmo.

7) Levantamento de possíveis modificações na produção/aplicação do videoteipe.

³ Roteiro elaborado para apresentação de projeto (e posterior produção) de filme, programa de TV, programa multimídia, site em rede de computador ou outra obra audiovisual, em que se apresentam, seqüencialmente, os quadros acompanhados do texto do áudio correspondente, além de outras informações técnicas, como efeitos visuais, efeitos sonoros, etc. In: Dicionário Aurélio Eletrônico – Século XXI: Lexikon Informática: Nova Fronteira. CD-ROM.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 - Meios Auxiliares de Ensino

Os professores têm alguns artifícios que facilitam a execução do processo de ensino-aprendizagem, devemos conhecê-los e usá-los sempre que possível.

Segundo Nérici (1993): “Meios auxiliares de ensino são elementos que auxiliam na execução do processo ensino-aprendizagem, como a linguagem didática e o material didático”.

Veremos a seguir cada uma dessas classificações apontando suas principais características.

2.1.1 - Linguagem didática

A linguagem didática é o meio de comunicação que o professor utiliza para abordar o conteúdo. Essa deve ser elaborada de forma clara e objetiva para que exista pouca possibilidade de distorção da mensagem a ser transmitida. Durante a aula o professor deve interagir com os alunos para que ele tente perceber se o conteúdo foi compreendido corretamente ou se o educando fez uma outra interpretação do que foi abordado, permitindo ao professor uma correção antes que a interpretação errada seja fixada. (Nérici, 1993).

A linguagem didática pode ser executada através da comunicação verbal e não-verbal. A primeira segue as normas da língua utilizada pelo par professor-aluno, podendo ser oral ou escrita, assim, quando uma definição é escrita ou falada pelo professor, esta deve ser interpretada e assimilada pelo aluno, A comunicação não-verbal é realizada de outras formas, como por exemplo, gestos, expressões fisionômicas, melodias, desenhos, cores, diagramas, gráficos, etc. É possível perceber neste segundo caso, a comunicação não-verbal, uma diversidade enorme de formas de explorar o conteúdo desejado. Em ambas as maneiras de comunicação é necessário que a linguagem utilizada pelo educador esteja próxima do nível de conhecimento do educando, caso contrário por mais que o professor tente se comunicar com o aluno, a aprendizagem do conteúdo não será efetivada, ou talvez o aluno interprete o conceito de modo incorreto. (Nérici, 1993).

Nérici (1993) também cita a importância da heterofilia comunicacional e homofilia comunicacional, na linguagem didática. “A heterofilia comunicacional representa a indisposição para receber positivamente as mensagens de determinada fonte ou emissor, o que dificulta ou mesmo impossibilita a compreensão entre professor e educando. (...) A homofilia comunicacional, pelo contrário, representa a predisposição favorável de recepção de mensagem de determinada fonte, que é clima desejável entre professor e educando.” A partir disso vemos a necessidade do professor sempre tentar manter um bom relacionamento com os seus alunos, para reduzir ao máximo a chance de ocorrência da heterofilia comunicacional.

2.1.2 - Material Didático

O material didático, segundo Nérici (1993), é: “(...) todo e qualquer recurso físico, além do professor, utilizado no contexto de um método ou técnica de ensino, a fim de auxiliar o professor a transmitir a sua mensagem e o educando a mais eficientemente realizar a sua aprendizagem”.

Assim, os materiais didáticos são utilizados para facilitar o processo ensino-aprendizagem e eles podem ser classificados em: (1) recursos auditivos; (2) recursos visuais e (3) recursos audiovisuais. Na figura 2.1 temos um gráfico relacionando a porcentagem de retenção de um determinado conteúdo em relação ao recurso didático utilizado, após dois períodos distintos.

É possível perceber que ao utilizar um recurso audiovisual ocorre uma retenção do conteúdo abordado por um período maior de tempo. Assim, os recursos didáticos que utilizam som e imagem devem ser explorados com a finalidade de melhorar a eficiência da aprendizagem do educando. É necessário utilizar as três formas de comunicação (oral, visual e audiovisual), quanto maior a diversidade de comunicação entre o professor e o aluno, melhor será a aprendizagem do aluno, pois este será estimulado de diversas maneiras.

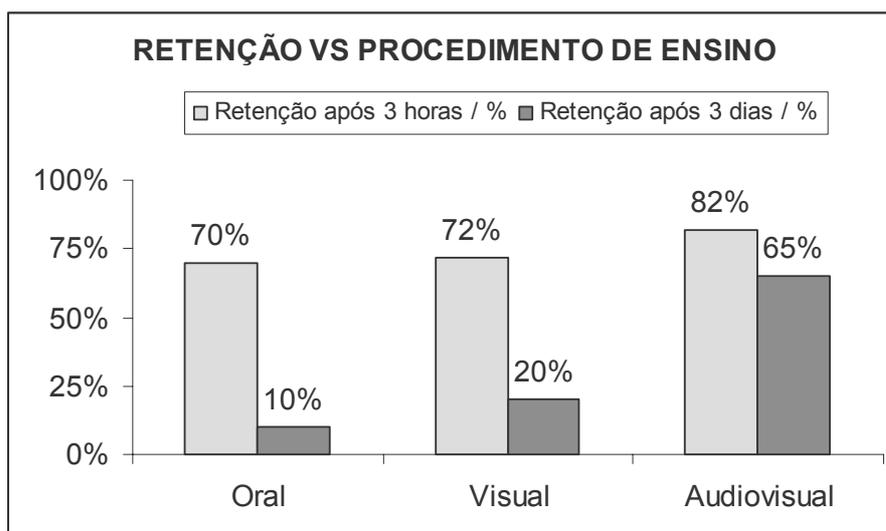


FIGURA 2.1 – Porcentagem de retenção de informação em relação ao procedimento de ensino utilizado.

Fonte: NÉRICI, I. G. Didática: Uma Introdução. 2ª Edição. São Paulo. Editora Atlas. 1993.

2.1.3 - Comunicação Pedagógica

Segundo Peraya (1997): “As comunicações educativa e/ou pedagógica correspondem a usos particulares de linguagens, de sistemas de comunicação conhecidos e estudados em outros contextos. Mais precisamente, a comunicação pedagógica apresenta-se como um sistema heterogêneo mesclando formas de expressão bem diferentes”. Nesse momento o autor deixa claro que durante a aula o professor pode utilizar de uma seqüência de comunicação combinando maneiras distintas de transmissão de mensagem. Pode-se iniciar com uma exposição oral, seguida da utilização da lousa, seja para escrita de uma definição ou para a construção de um gráfico; logo após, pode-se utilizar algum material impresso por ele ou um trecho publicado em uma revista, etc.

Peraya (1997) afirma a distinção da comunicação pedagógica em três categorias: (1) comunicação verbal; (2) comunicação analógica, denominada anteriormente por comunicação não-verbal; (3) comunicação áudio-escrita-visual. A única diferença significativa até o momento entre os autores Nérici e Peraya é que o segundo considerou a comunicação realizada através de um recurso didático audiovisual, denominada por ele: comunicação áudio-escrita-visual ou comunicação midiaticizada. Nesse caso, o educador pode utilizar esquemas, gráficos, cinema, vídeo e até programas. Ele ainda afirma que há mais importância na comunicação áudio-escrita-visual do que apenas um auxílio à abordagem do conteúdo, essa

forma de comunicação favorece outras competências mais gerais: “(...) sistemas simbólicos diferentes poderiam desenvolver faculdades intelectuais diferentes porque, precisamente, instauram faculdades diferentes”. Assim, temos mais uma razão para utilizarmos recursos audiovisuais na educação, pois elas podem habilitar o indivíduo a pensar de outra forma, assim, tendo mais uma maneira de observar um problema, ele poderá visualizar outra forma de resolvê-la.

Pode-se, erroneamente, imaginar que os problemas de educação acabaram, basta para isto utilizar sons, imagens e equipamentos que utilizem de ambos para transmitir todos os conteúdos aos alunos. Porém, nesse momento vem uma primeira crítica à comunicação áudio-escrita-visual. Apenas a utilização de um recurso audiovisual não garante a aprendizagem do aluno. Peraya (1997) afirma que: “(...) apesar da extensão das campanhas de informação e do número de mapas apresentados nos jornais televisivos durante a Guerra do Golfo, uma maioria ignorava se o Iraque tinha ou não acesso ao mar. (...) A utilização de um documento desse tipo [recurso audiovisual], requer, para ter um mínimo de eficiência, um enorme trabalho de integração e de exploração cuja responsabilidade sempre incidirá sobre o docente”.

Podemos perceber novamente a importância do professor, pois ele não é apenas uma peça que está lá para mostrar o conhecimento pronto e acabado para o educando, isso pode ser realizado até por um vídeo. O professor deve conduzir o aluno a construir seu próprio conhecimento; não podemos imaginar que os alunos, pelo menos a maioria deles, tenham condição de construir sozinho seu próprio conhecimento de acordo com os parâmetros aceitos por uma ciência. Enfim, a função do professor é ensinar uma ciência, uma arte, uma técnica, e para isso deve haver aquele que está lá para aprender. Portanto, nem o professor nem o aluno são os seres mais importantes na educação, mas sim, o par professor-aluno é o núcleo principal de uma escola ou qualquer outra instituição de ensino.

2.2 - Alguns Materiais Didáticos

O professor poderá utilizar diversos recursos que estejam disponíveis durante a aula. Tão importante quanto ter uma grande quantidade desses recursos a disposição, é saber usá-los corretamente. Até mesmo quadro-de-giz, um recurso comum em qualquer estabelecimento de ensino deve ser usado de forma apropriada. Veremos agora alguns materiais didáticos importantes.

2.2.1 - O Quadro-de-giz

É um recurso que deve ser usado ao máximo, principalmente na falta de outro material didático mais apropriado. Ele pode ser utilizado em conjunto com a comunicação verbal, por exemplo, quando o professor utiliza-o para escrever alguma definição ou um pequeno texto sobre o tema abordado durante a aula, etc. Sua utilização é importante também na comunicação não-verbal, quando se escreve nele algum esquema ou quando ele é utilizado na construção de um gráfico, etc.

Segundo Nérici (1993): “(...) o professor deve, também, falar com o giz... consignando, no quadro-negro, nomes, resumos, esquemas, revisões, recapitulações, etc.” e cita: “a poeira do giz nas mãos e nas roupas do professor é como o pó no rosto do soldado — um sinal de que desempenhou bem o seu papel”.

Quando um aluno não compreende um determinado assunto, principalmente os que exigem um alto grau de abstração, o professor pode representar este objeto abstrato (ou pelo menos tentar) no quadro-de-giz. Se na primeira representação o aluno não compreendeu, nada impede que o professor tente novamente até que o aluno compreenda, podendo ou não modificar essa representação entre as novas tentativas. Esse exemplo deixa bem claro a importância do quadro-de-giz em uma aula e em especial nas aulas de Química que exigem muita abstração por parte dos alunos.

Devemos, mesmo assim, evitar longas transcrições no quadro-de-giz, durante as aulas, pois ela ficará cansativa e desinteressante.

2.2.2 - O Retroprojektor e o Projetor Cinematográfico

O retroprojektor e o projetor cinematográfico fazem parte de um grupo de materiais didáticos denominados projeções. Segundo Nérici (1993): “As projeções representam ótimo recurso de ensino, uma vez que podem trazer, com um dinamismo inestimável, a realidade distante ou de difícil apreensão para dentro da sala de aula, de forma interessante e sugestiva”.

As projeções podem ser classificadas de duas formas: projeções fixas e projeções moveis.

a) Projeções Fixas

Os dois principais exemplos da primeira classe são a diascopeia⁴ e a retroprojeção. Na diascopeia temos uma foto positiva emoldurada para projeção. Essa fotografia também pode ser denominada diapositivo ou em sua forma mais comum: *slide*. A diascopeia também pode ser utilizada como uma seqüência sonorizada, isto é, juntamente com a seqüência dos diapositivos temos também uma narração sobre as imagens projetadas. Esta narração pode ser gravada em fita e executada durante a projeção. (Nérici, 1993).

Na retroprojeção temos um meio transparente onde está a imagem a ser apresentada e um retroprojektor que projeta a imagem ampliada em um determinado local, uma tela ou até mesmo a parede. As transparências, material transparente onde está a imagem a ser projetada, podem ser produzidas antes da apresentação, ou até mesmo durante, utilizando caneta própria para escrever nesse material. Temos a seguir algumas vantagens quanto ao uso do retroprojektor: (1) Pode substituir o quadro-de-giz; (2) é de fácil transporte e uso; (3) Não necessita de escurecimento total da sala; (4) As transparências podem ser utilizadas em outras aulas e são de baixo custo, além de serem leve e ocuparem pouco espaço. (Nérici, 1993).

Em relação com a segunda vantagem apresentada anteriormente, precisamos enfatizar que a facilidade de transporte depende de com o que estamos comparando o retroprojektor, tendo em vista suas dimensões ele pode ser de fácil transporte quando comparado com um projetor cinematográfico (que será abordado nas projeções moveis). O baixo custo também pode ser questionado, porém, como visto na quarta vantagem, mesmo que a produção de uma transparência seja alta, a mesma pode ser utilizada em diversas aulas, o que faz com o que seu custo por aula seja baixo.

Sobre a utilização de retroprojektor, precisamos ter o cuidado de não colocarmos uma quantidade grande de texto nas transparências, caso contrário, a apresentação pode não despertar a atenção dos que estão assistindo e ao invés disso, dispersar a atenção. É recomendado utilizar textos curtos ou simplesmente esquemas e definições e até ilustrações; se esta tiver muitos detalhes, eles devem

⁴ Projeção da imagem de objetos iluminados por luz transmitida através deles. In: Dicionário Aurélio Eletrônico – Século XXI: Lexikon Informática: Nova Fronteira. CD-ROM.

ser apontados pelo apresentador e com tempo suficiente para a observação de todos.

Aqui vemos, mais uma vez, que necessitamos utilizar corretamente o recurso didático, caso contrário ele poderá prejudicar o processo de ensino-aprendizagem ao invés de facilitá-lo.

b) Projeções Móveis

Uma projeção móvel é obtida através do projetor cinematográfico e possui, segundo Nérici, muitas vantagens, das quais algumas estão apresentadas a seguir:

- 1) Prende mais a atenção quando comparado com as projeções fixas.
- 2) Facilita a observação da natureza, permitindo a compreensão dos fenômenos naturais.
- 3) Traz para próximo do aluno outras realidades geográficas, sociais, culturais e até mesmo de outros tempos.
- 4) Pode apresentar um fenômeno natural com uma velocidade diferente da que normalmente ocorre.
- 5) Pode mostrar um fenômeno em outra escala de dimensão.

Observa-se que as vantagens 1 e 2 são efeitos das outras três e no ensino de química as duas últimas apresentam uma importância fundamental, porque muitos dos fenômenos estudados em química ocorrem em escala de tempo variado. Algumas reações são rápidas, como a formação do cloreto de prata sólido (AgCl), quando soluções contendo esses íons são reunidas em um mesmo recipiente; outras ocorrem lentamente, como a oxidação de um portão de ferro, quando exposto ao ar atmosférico e em condições ambientais. A compreensão sobre o comportamento de algumas partículas é fundamental para a compreensão dos conceitos em Química, por isso, a teoria trata do fenômeno que ocorre em escala impossível à observação humana.

As projeções móveis estão em desuso por causa de novas formas de apresentação, como por exemplo, videocassete e DVD. Todas as vantagens enunciadas àquelas também são aplicáveis a estes últimos.

Em relação com a duração, os filmes podem ser classificados em curta-metragem e longa-metragem. Os filmes de curta-metragem possuem duração

próxima de 10 minutos, são geralmente destinados para fins artísticos, comerciais e educativos; na maioria dos casos tratam de apenas um assunto. Os filmes de longa-metragem têm duração próxima de 100 minutos, em geral, são destinados para fins artísticos ou comerciais.

Com respeito à finalidade dos filmes, as principais classificações possíveis são: comerciais e educativos. Os filmes comerciais são destinados ao entretenimento, assim, possuem a característica principal de reter a atenção do espectador sem ter a preocupação de abordar algum conteúdo científico. Os filmes didáticos destinam-se ao ensino de um conteúdo com o objetivo de facilitar sua aprendizagem; essa última categoria será abordada em uma seção mais adiante.

2.2.3 - A Televisão

Foi afirmado anteriormente que transcrições longas no quadro-de-giz podem deixar uma aula cansativa e desinteressante. Percebemos assim, que os materiais didáticos devem ser bem utilizados para que eles facilitem o processo de aprendizagem. Com a televisão também ocorre o mesmo: ela pode ser utilizada a favor ou contra o processo ensino aprendizagem e pro isto precisamos aprender a utilizar essa tecnologia que já está bem difundida nas nossas casas.

Segundo Marcondes Filho (1996): "(...) a televisão instalou-se como uma desleal concorrente da atividade escolar". Essa afirmação deriva de diversos fatores e analisaremos os principais deles:

O início de um novo ritmo de atividade mental: A emissora de televisão ganha dinheiro vendendo espaço nos programas que ela emite, por isso, esses programas devem prender a atenção dos telespectadores, assim, quanto mais audiência o programa tiver, maior será o lucro da emissora. No cinema é um pouco diferente, embora também se vise o lucro, mas neste caso o telespectador já pagou para assistir o filme e ele já tem uma previsão do tempo de duração do filme. Assim o produtor do filme tem um tempo suficiente para "contar a história", isto é, ele não tem a urgência de prender o telespectador a qualquer custo, pois este já aceitou esperar o começo e o meio do filme para finalmente assistir o final; o único compromisso do produtor é fazer um "bom" filme de forma que o telespectador faça uma propaganda junto aos colegas e/ou o assista novamente. (Marcondes Filho, 1996).

Em alguns programas de televisão, pode ser percebida uma seqüência de várias cenas curtas com o intuito de prender a atenção dos telespectadores; algumas vezes estes programas utilizam cenas que utilizam a violência e/ou sensualismo. Dessa forma não há tempo para a reflexão, pois a emissora não pode deixar tempo para que isto ocorra sob pena de perder a audiência. (Marcondes Filho, 1996).

Isso causa um transtorno no processo de ensino, porque se um assunto não consegue prender a atenção, esse é deixado de lado, mesmo que seja uma questão importante em uma prova ou que seja útil pela vida inteira.

Outro aspecto levantado por Marcondes Filho (1996) é o conflito do velho com o novo, pois o que não tem esta característica de prender a atenção, por seqüência de cenas rápidas e/ou cenas marcantes, é “passado”. A televisão é o “novo” enquanto que o professor é a imagem do tradicional.

Talvez por isso a presença de um professor em sala de aula seja notada por poucos minutos, depois os alunos voltam para assuntos mais excitantes, como o quadro engraçado que eles assistiram na noite anterior, em um canal qualquer de televisão.

Todos esses fatores podem ser responsáveis pela inibição da reflexão. Caso o professor forneça algum tempo para a resolução de uma questão simples, antes que os alunos comecem a resolvê-la, já estarão conversando sobre outros assuntos alheios à aula, mesmo que a resposta seja facilmente obtida.

Não devemos apontar a televisão como a culpada pela queda do rendimento escolar observado em muitas escolas, mas sim como um dos fatores.

Marcondes Filho (1996) também afirma o surgimento da necessidade de uma renovação e de adaptação aos novos tempos por parte dos educadores. Embora alguns professores tentem imitar a televisão, se fantasiando, cantando e fazendo de tudo o possível para chamar a atenção dos alunos, um educador jamais terá o “brilho” de uma televisão. Porém um professor pode utilizar as imagens para excitar naturalmente o aluno; deve-se ter o cuidado de não utilizar as imagens da mesma forma que a televisão usa para prender a atenção do telespectador com o uso de cenas fortes ou seqüências rápidas — as imagens devem incentivar a reflexão e não inibi-la.

Um professor de química pode fazer uma rápida revisão mental da evolução do modelo atômico; isso já não é possível na cabeça de um aluno que

sequer compreendeu a idéia de átomo apresentada por Demócrito de Abdera, a mais de dois mil anos. Atualmente, utilizando a “magia” proporcionada pelas imagens, pode-se apresentar a um grupo de alunos a mesma evolução dos modelos atômicos que o professor de química visualiza em sua mente: do Modelo de Dalton até o modelo de Böhr e até mesmo o modelos dos orbitais moleculares. Essa vantagem da utilização das imagens será tratada mais adiante.

2.2.4 - O Videocassete

O videocassete, ou simplesmente vídeo, é uma importante conquista entre os recursos audiovisuais e possui seu valor na educação, tanto no ensino como no aperfeiçoamento do corpo docente. É um aparelho versátil, prático e de fácil manipulação. O vídeo pode ser utilizado para exposição de uma aula, previamente gravada, sendo esta utilizada como uma aula propriamente dita ou como repetição da aula. A repetição da aula pode também ser utilizada para aperfeiçoamento do docente, porque ao assistir sua própria aula, o professor pode constatar falhas de ensino e evita-las nas aulas seguintes (Nérice, 1993).

O vídeo está intimamente ligado à televisão e ambos estão ligados ao entretenimento. Assim, quando o vídeo é usado em uma sala de aula, o aluno tem a impressão de que houve uma pausa, gerando assim uma expectativa positiva e esta deve ser utilizada para atrair o aluno para o conteúdo a ser abordado. Há usos inadequados do vídeo que devem ser enunciados: ele não pode ser utilizado quando ocorre algo inesperado, por exemplo, a falta de um professor; caso isso ocorra, o aluno poderá ficar com a impressão que o vídeo sempre será usado como um “tapa-buracos”. O professor também não pode usar o vídeo em todas as suas aulas, o seu uso excessivo pode cansar o aluno, perdendo o aspecto positivo citado anteriormente. Não é recomendada apenas a utilização do vídeo sem nenhuma discussão após a sua apresentação, e quando necessário deve-se rever alguns momentos mais importantes. O vídeo não pode ser apresentado quando não tiver relação com o conteúdo abordado, isso poderá confundir o aluno se este tentar relacionar o que ele assistiu ao tema das aulas (Moran, 1995).

Esses aspectos negativos, do emprego do vídeo, devem ficar muito bem claros aos educadores; sua má utilização pode trazer prejuízos ao processo de ensino-aprendizagem.

Recomenda-se utilizar o vídeo para: despertar a curiosidade do aluno para o conteúdo a ser apresentado, motivando o aluno a se aprofundar e a refletir no assunto da aula. Trazer algo distante da realidade do aluno para bem próximo dele, ilustrando, dessa forma, a aula. Apresentar algo que normalmente não é possível de ser visto, como por exemplo, o crescimento de uma planta, permitindo que semanas de desenvolvimento possam ser observados em minutos; apresentar uma reação química perigosa ou até que use reagentes caros, e assim, uma mesma reação pode ser observada por vários alunos quantas vezes forem necessárias. O vídeo também pode ser explorado como objeto produzido pelo professor, aluno ou professor em conjunto com o aluno. A edição⁵ de um vídeo, isto é, a montagem de um videoteipe, pode ser uma atividade que auxilie o envolvimento do aluno ao tema abordado durante as aulas (Moran, 1995).

Há algo em comum entre o projetor, a televisão e o vídeo. Esses meios transmitem informações através de imagens e como veremos a seguir a utilização de imagens no ensino é muito importante e já é utilizada durante muitos anos. Todas as afirmações feitas aos vídeos podem ser estendidas aos aparelhos de DVD, pois ambos, videocassete e DVD, reproduzem uma imagem, ou seqüência de imagens previamente gravadas. A diferença está só na forma em que esta imagem é armazenada: nos videocassete ela é armazenada em uma fita magnética, enquanto que no DVD ela é armazenada em um disco óptico.

Sobre a transmissão de informação, podemos afirmar que ela não é suficiente para que ocorra uma aprendizagem do conteúdo, como já afirmado por Peraya (1997) na questão sobre o acesso ou não do Iraque ao mar. É necessário que o professor utilize essas informações de forma a facilitar que elas passem a fazer parte do educando, isto é, para que a informação em um meio externo torne-se conhecimento na mente do aluno.

2.3 - Imagem na Educação

O ser humano tem uma importante habilidade: observar e aprender com suas observações. Dessa forma os primeiros hominídeos conseguiam,

⁵ Seleção e combinação de materiais gravados ou filmados, para feitura de um filme, programa, videoclipe, etc.; montagem. In: Dicionário Aurélio Eletrônico – Século XXI: Lexikon Informática: Nova Fronteira. CD-ROM.

observando o meio na qual estavam, perceber a passagem recente de uma presa para caçá-la e assim poderiam sustentar a si e ao seu grupo. Com o tempo aprendeu-se a registrar o pensamento através de signos, inicialmente registrados em baixo relevo sobre a argila, passando posteriormente para pedra e madeira. O surgimento da escrita por ideograma e posteriormente a escrita gráfica dos sons, aparece como uma nova forma transmissão de informações e processo de desenvolvimento da capacidade intelectual e que repercute diretamente na educação até os dias atuais. A partir desse fato podemos perceber a importância das imagens. (Costa, 2005).

Segundo Costa (2005): As imagens podem ser classificadas em três grupos de acordo com sua correspondência em nossos processos cognitivos:

- 1) Imagem/visão: aqui estão todas as imagens propriamente ditas, tudo que nossos olhos podem captar do meio em que nos encontramos.
- 2) Imagem/pensamento: estas são as imagens fixadas em nossas mentes e podemos, fechando os olhos ou não, lembrá-las sempre que desejarmos.
- 3) Imagens/texto: aqui estão todas as imagens que podem ser transmitidas por uma forma diversa de comunicação, por exemplo, um poema, uma música.

Iniciou-se no século XIX uma nova revolução, também, causada pelas imagens, com o surgimento da fotografia que fornecem meios para o aparecimento do cinema e da televisão. Em 1835 a fotografia foi inventada por Louis Daguerre e em 1840 era possível obter várias cópias a partir de um único negativo. Assim, a imagem tornou-se algo barato e acessível a qualquer cidadão e não havia mais a necessidade de dominar técnicas de pintura. (Costa, 2005)

Segundo Costa (2005): A fotografia pode ser utilizada para:

- 1) Apresentação do conteúdo: quando são empregadas na introdução de um novo tema a ser explorado.
 - 2) Ilustração do conteúdo: aqui a imagem serve para visualizar o conteúdo já exposto.
 - 3) Exercício de fixação: nesta utilização a foto é utilizada como exercício para reter na memória aspectos importantes do conteúdo.
 - 4) Pesquisa: aqui, o aluno pode procurar fotos ou até mesmo fotografar imagens relacionadas ao tema, já exposta, a pedido do professor.
-

5) Exercícios de avaliação: nesta utilização o professor poderá expor um problema através de uma fotografia e avaliar a aprendizagem por parte do aluno.

Apenas 60 anos foram necessários para que as imagens pudessem ser utilizadas para simular o movimento. Houve várias tentativas anteriores, por diversas pessoas, mas somente em 1895 os irmãos Auguste e Louis Lumière criaram o cinematógrafo. Este equipamento realizava projeção de imagens que produziam a impressão do movimento real de objetos e pessoas. Inicialmente, o cinema era utilizado apenas como documentação, mas em pouco tempo começou-se a utilizá-lo como forma de entretenimento. Foi George Méliès que percebeu a possibilidade de criar ilusões de óptica e ele estava presente nas primeiras apresentações dos irmãos Lumière. (Costa, 2005).

De forma semelhante, as fotografias e o cinema também podem ser utilizados para apresentar e ilustrar o conteúdo ou até mesmo avaliar a aprendizagem. Aparelhos de reprodução de imagens (videocassete e DVD), discutidos neste trabalho podem ser utilizados para explorar o cinema em sala de aula, porém é necessário seguir algumas recomendações.

Segundo Costa (2005): Para que sua utilização seja a mais eficiente possível:

- 1) O professor deve assistir ao filme antes de apresentá-lo.
 - 2) Os equipamentos devem ser testados previamente.
 - 3) As condições de imagem, som, iluminação e acomodação devem ser adequadas.
 - 4) O professor apresente a ficha técnica e informações sobre a produção.
 - 5) Os alunos devem ser informados sobre o conteúdo do filme além das atividades que serão exigidas deles a partir do filme.
 - 6) É necessário um momento de relaxamento e reflexão logo após a exibição do filme.
 - 7) A apresentação do filme não deve se estender por muito tempo, caso seja necessário, apenas os trechos mais importantes podem ser apresentados.
-

Os meios nos quais essas imagens se apresentam podem ser divididas em duas classes. Mídias analógicas e mídias digitais. Cada uma delas será apresentada a seguir.

2.3.1 - Mídias Analógicas e Mídias Digitais

As mídias exploradas até o momento desenvolvem formas de analogia com a realidade. Essas imagens analógicas nos auxiliam a conhecer a realidade, embora seja importante perceber que elas não podem substituir o objeto com o qual elas se assemelham. Por exemplo, uma fotografia ou uma filmagem de uma árvore jamais substituirá a observação de uma árvore verdadeira, independente da qualidade da imagem utilizada. Porém, isso não impede que esta imagem seja utilizada em uma aula sobre o tema. Uma outra maneira de abordar um conceito é através de um texto. Essa forma ainda é a mais utilizada, entretanto a aprendizagem fica limitada ao grau de instrução do educando. Para abordar alguns conteúdos podem-se utilizar imagens e estas possuem menor restrição do que o método que utiliza a escrita. Por isso que os vitrais na idade média eram utilizados para transmitir informações (ensinamentos religiosos, fatos históricos, costumes, etc.) àqueles com pouca instrução. (Costa, 2005)

As imagens possuem dois recursos que facilitam o processo de identificação pelo observador: naturismo e verossimilhança. No primeiro a imagem reproduz o objeto e no segundo possibilita uma maior credibilidade ao objeto representado. Com esses dois recursos as imagens analógicas podem transmitir o conteúdo, ou facilitar a transmissão, para letrados e não-letrados (Costa, 2005).

As mídias digitais podem mesclar diversas formas de linguagem, como por exemplo, texto, fotografia, sons e imagens e, além disso, podem ser utilizadas na obtenção de imagens impossíveis de serem observadas. Isto ocorre quando os fenômenos estão fora da dimensão que nossos olhos são capazes de captar. Podemos citar como exemplos a colisão entre galáxias, que devido às dimensões podem ocorrer durante um intervalo de tempo enorme ou até mesmo colisões entre átomos (ou moléculas) que ocorrem entre intervalos de tempo muito pequenos.

As imagens digitais podem ser obtidas de três maneiras:

1) A partir de uma imagem analógica e posterior digitalização dessa mesma imagem. Uma foto pode ser digitalizada através de um *scanner*⁶ ou uma fita de VHS pode ser convertida para um arquivo digital por uma interface específica: uma placa de captura de vídeo.

2) A imagem digital pode ser obtida diretamente do objeto real. Aqui se pode utilizar uma câmera fotográfica digital ou câmera de vídeo digital, aparelhos que estão ficando mais comuns e com preços mais acessíveis a cada dia.

3) A terceira forma é a obtenção de uma imagem digital utilizando um programa gráfico específico. Aqui a imagem é obtida baseando-se na imagem mental do usuário do programa.

Nessas três formas de obtenção de imagens digitais é necessário um conhecimento do aparelho por parte do usuário. No primeiro caso é necessário um conhecimento técnico para obter a imagem analógica e depois um conhecimento da interface que digitalizará a imagem. No segundo caso é necessário um conhecimento técnico muito semelhante ao utilizado na obtenção das imagens analógicas. Atualmente, as imagens analógicas, principalmente vídeo e fotografia, ainda possuem uma qualidade superior às imagens digitais, porém os aparelhos digitais são mais simples de operar, quando comparados com aparelhos analógicos.

Na terceira forma de obtenção de imagem digital o conhecimento é exclusivamente ligado com os meios digitais, o que exige que o usuário saiba manipular o programa gráfico. Aqui o usuário está mais dependente de suas habilidades junto com o computador e menos dependente de conhecimentos ligados com as imagens analógicas. Alguém que nunca manipulou uma câmera de vídeo pode criar uma cena em computador.

Não faz sentido tentar comparar diferentes métodos já que cada um tem vantagens, dependendo muito de quem obterá a imagem digital; para um profissional da imagem e som estará mais habituado com as duas primeiras formas e um profissional de computação gráfica estará mais habituado com a terceira forma.

⁶ Dispositivo que realiza a transformação de imagens em dados digitais, geralmente na forma de uma matriz de pontos. In: Dicionário Aurélio Eletrônico – Século XXI: Lexikon Informática: Nova Fronteira. CD-ROM.

Embora a imagem digital perca o naturismo e a verossimilhança, principalmente as obtidas por programas gráficos, ela ganha velocidade de propagação e plasticidade. A velocidade está relacionada com o fato de essas imagens poderem ser transportadas facilmente através de um material físico de armazenamento de informações (disquete, CD-ROM, *pen-drive*, etc.); elas também podem ser transmitidas pela internet. A plasticidade é obtida através da facilidade com que essas imagens podem ser alteradas de diversas formas: tamanho, cores, efeitos, etc., podendo até mesmo ser mescladas com outras imagens. (Costa, 2005).

Uma outra característica importante das imagens digitais é que podem ser utilizadas para produção de imagens interativas, com as quais o usuário pode interferir diretamente. Aqui é necessária a utilização direta do computador. Como esse não era objetivo deste trabalho, não detalharemos de forma profunda essa característica.

2.4 - Computadores na Educação

O computador pode ser incluído como um material didático, porém devido ao seu grande número de utilizações para este fim, preferiu-se criar esta seção exclusiva para ele.

Ao introduzir o computador na sociedade possibilitaram-se várias modificações no comportamento dos indivíduos ou empresas, principalmente no que se refere à comunicação. Essas mudanças também podem influenciar a educação. Assim temos mais um meio para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem — a informática.

Para utilizar a informática na educação são necessários quatro elementos:

- 1) O educando.
- 2) O professor.
- 3) O programa educativo.
- 4) O computador

Existe mais de um modo de utilização do computador na prática educacional e alguns tipos de programas educativos para o ensino de química, como veremos a seguir.

2.4.1 - Computador como Instrumento de Ensino

O termo mais utilizado neste caso é Instrução Auxiliada por Computador ou simplesmente CAI, de origem dos termos em inglês, (*computer-aided instruction*), porém nós optamos por utilizar (IAC). Nessa primeira aplicação o computador é o meio que transmite informações sobre um determinado conteúdo, através do programa, ao aluno. Aqui o programa pode ser do tipo tutorial, exercício e prática ou algum jogo computacional. Assim o computador segue o método da instrução programada criada por Skinner (como veremos em uma seção mais adiante).

Uma grande crítica neste caso é que não há nenhum novo método de ensino, apenas um novo meio de transmitir as informações. Nesse modo, segundo Chaves (1983) os programas são: “destinados a transmitir certas informações ou a desenvolver certas habilidades básicas, através do exercício, da prática, de tutorias, etc. (...). A aprendizagem que ocorre é totalmente estruturada pelo programa, ou seja, pelo computador: é o computador que está em controle da situação”.

Utilizar o computador como professor não é a melhor forma de aplicar a informática na educação. O aluno terá questões que poderão não estar presentes no programa educativo em questão, por isso o professor é necessário mesmo com a IAC. Um programa executado em um computador não pode superar ou se igualar com um professor na abordagem do conhecimento, pois este último pode adaptar-se muito bem com a diversidade de uma sala de aula. Mesmo um programador que domine tanto a linguagem de computador quanto o conteúdo a ser abordado não poderia criar um programa tão bom que substitua um professor.

O computador ainda não superou a capacidade intelectual do ser humano; Chaves (1983) cita: “o computador é um completo idiota, que, entretanto, tem uma excelente memória e executa ordens com incrível rapidez”.

Porém, pode ser proposta uma forma mais singela e muito útil de usar a IAC no ensino: o professor poderá aplicar uma aula aos alunos de um determinado conteúdo e logo após utilizar um computador para testar o conhecimento dos alunos em relação ao que acabou de ser apresentado. Assim, com vários alunos manipulando os computadores ao mesmo tempo, isso poupará tempo ao professor e permitirá que ele dedique maior atenção aos alunos que realmente apresentam dificuldades. Essa proposta foi feita inicialmente em 1920 por Sidney L. Pressey; ele

sugeriu que os alunos poderiam testar o conhecimento adquirido através de uma “maquina de ensinar”. (Skinner, 1972).

Esta última forma de aplicar a IAC parece ser muito plausível, porque a educação não estaria nas mãos de um computador, ou outro tipo de máquina, mas sim nas mãos do professor. O programa executado no computador poderia ser semelhante a um teste de múltipla escolha, mas invés do aluno esperar a correção do professor, ele receberia o resultado logo após responder uma das questões; esta resposta instantânea poderia ser um reforço quanto ao aprendizado do aluno. Se a resposta estiver certa, o instrumento fornece um sinal, podendo ser auditivo, visual ou áudio-visual; quando todas as questões forem respondidas corretamente, o aluno terminará o módulo ou a unidade de exercícios. Caso a resposta esteja errada o instrumento fornece um outro sinal, quando o aluno terminar de responder todas as respostas, aquelas que ele errou serão apresentadas novamente; o conjunto de exercícios só terminará quando todas as questões forem respondidas corretamente. (Skinner, 1972).

O professor deverá estar atento para perceber se os alunos estão realmente respondendo as questões ou se estão apenas assinalando ao acaso ou até mesmo copiando as respostas de um colega. Dependendo do conteúdo e da programação as respostas poderão ser até discursivas para evitar as resposta ao acaso.

No entanto, observa-se mais uma vez aqui, que aulas como a descrita tem suas limitações e não podem substituir as demais atividades pedagógicas (discussão, experimentação, observação, etc.).

2.4.2 - Computador como Ferramenta de Aprendizagem

A segunda forma de utilização didática de computadores na educação é ensinar aos alunos a programá-los. “Sua função educacional mais importante o coloca em papel inteiramente oposto: não no de instrutor, mas no de aprendiz. A tarefa do aluno não é aprender do computador, mas ensiná-lo a realizar certas tarefas — programa-lo”. (Chaves, 1983)

O termo mais utilizado neste caso é Aprendizagem Desenvolvida por Computador ou simplesmente CAL, de origem dos termos em inglês, (*computer assisted learning*), porém nós optamos por utilizar (ADC). Os defensores dessa utilização afirmam que somente através da programação os alunos poderão explorar

todo o potencial pedagógico dos computadores. Através disso, podem ser alcançadas habilidades impossíveis de serem obtidas por outros métodos de ensino. Podem ser ressaltadas pelo menos três habilidades aprendidas por esse método de aprendizagem: (1) aprendizagem necessária para programar e manipular o computador; (2) aprendizagem de várias técnicas e estratégias para a solução de problemas; (3) aprendizagem do conteúdo abordado pelo programa criado (Chaves, 1983).

É importante não permitir que apenas programas muito simples sejam produzidos pelos alunos. Para não limitar o potencial desse método é necessário que haja uma evolução dos programas utilizados pelos alunos.

Essa aplicação não é fácil de ser alcançada, pois além de laboratórios de informática apropriados (que também são necessários na IAC), é necessário um professor tenha um domínio da linguagem de programação e, se possível, domínio de técnicas de manutenção de computadores. Enfim, será necessário um professor que também tenha alguns conhecimentos de um técnico de informática.

Nessa segunda aplicação o aluno também pode resolver problemas ou realizar tarefas diversas como: desenhar, escrever, comunicar-se, etc. (Valente 1993).

Quando alguém redige um trabalho escolar ou mesmo uma dissertação (como este trabalho), o computador está sendo utilizado como uma ferramenta.

Até o momento pode-se perceber a riqueza de possibilidades destas duas utilizações distintas. Apesar das críticas realizadas à IAC, não devemos excluir sua aplicação. Para que não seja causado transtorno utilizando a instrução auxiliada por computador, basta uma participação ativa do professor.

A figura seguinte mostra as duas abordagens pedagógicas apresentadas: (1) A instrução Auxiliada por Computador (IAC), à esquerda, na qual o computador transmite as informações, através de programas, ao aluno. É possível verificar a aprendizagem do conteúdo logo em seguida através de, como por exemplo, um programa de exercício e prática. (2) A Aprendizagem Desenvolvida por Computador (ADC), à direita, onde o aluno transmite as informações, através da programação, ao computador.

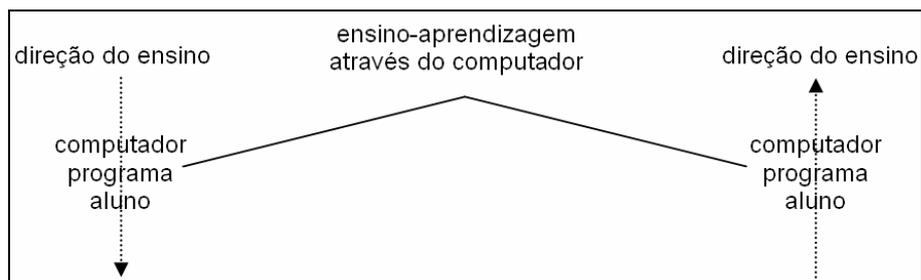


FIGURA 2.2 – Abordagens pedagógicas para a utilização de computadores no processo de ensino-aprendizagem.

Fonte: VALENTE, J. A.; Diferentes Usos do Computador na Educação. Em Aberto, ano 12, nº 57, 1993.

2.4.3 - Programas Educacionais para o Ensino de Química

Há vários tipos de programas destinados ao ensino de química, dentre eles, as simulações chamam a atenção, pois podem apresentar aos alunos fenômenos que não podem ser visualizados, pela dimensão das partículas envolvidas e/ou pela velocidade com que esses fenômenos ocorram. Mas antes de direcionar nossa atenção para as simulações, abordaremos outros tipos de programas educacionais.

Vieira (1997) classificou, em doze categorias, os programas educacionais publicados em dois periódicos entre 1977 e 1994 no Journal of Chemical Education (JCE) e entre 1978 e 1994 na revista Química Nova (QN). Foram encontrados 532 Programas Educacionais para o Ensino de Química (PEQ), sendo 488 no JCE e 44 na revista QN.

Apenas para resumir, três categorias classificadas por Vieira (1997) serão, neste trabalho, reunidas em apenas uma, portanto, apresentaremos apenas dez classes.

1) Aquisição de dados: Programas que coletam e/ou analisam instrumentos de laboratório, como por exemplo: medidores de pH, espectrofômetros, etc. Esses programas podem ser utilizados também na automatização de processos analíticos além de oferecerem, entre outros recursos, a análise estatística dos dados.

2) Cálculo computacional: Esses programas fazem a ponte entre os modelos matemáticos, relações matemáticas entre propriedades físicas, e os dados experimentais; assim, podem ser utilizados para cálculos de pH, propriedades termodinâmicas, equilíbrio químico e etc., e na construção de tabelas e gráficos.

Programas como esses podem ser construídos em planilhas de cálculos: Excell, Lótus, etc., ou em linguagem de programação: Pascal, C++, Visual Basic, Delphi e etc.

Através de um programa desses é possível calcular a pressão de uma amostra gasosa, apenas inserindo informações como quantidade de matéria, temperatura e volume. A precisão alcançada, em relação ao observado na natureza, dependerá do modelo matemático utilizado; pode-se definir que o programa utilize a equação de estado dos gases ideais (eq. 1) ou a equação de van der Waals (eq. 2). Para usar a segunda será necessário indicar, ao programa, qual o gás está presente na amostra.

$$p = \frac{nRT}{V} \quad (\text{eq. 1})$$

$$p = \frac{nRT}{V - nb} - a \left(\frac{n}{V} \right)^2 \quad (\text{eq. 2})$$

Onde:

p = Pressão

n = Quantidade de matéria

R = Constante dos Gases

T = Temperatura absoluta

V = Volume

a e b = Coeficientes de van der Walls

3) Exercício e prática: Programas desse tipo apresentam exercícios para serem resolvidos pelo aluno. Alguns podem até apresentar o conteúdo a ser aprendido pelo aluno e a resposta do aluno é corrigida instantaneamente.

São programas simples de manipular e de serem criados, talvez por isso haja alguns problemas em sua utilização. Os que criticam essa classe de programa afirmam que são muito limitados no seu método pedagógico (estímulo-resposta-reforço); os defensores afirmam que sua eficiência está ligada ao criador do programa, ele deve ser escrito por professores com experiência na prática educacional e na linguagem de programação. Professores sem experiência em programação não conseguirão fazer o programa ou o farão de forma limitada, enquanto que professores sem prática educacional conseguirão fazer o programa, mas não saberão o que colocar no nele!

4) **Jogo computacional:** Nos jogos computacionais de ensino de química, o conteúdo é transmitido de forma lúdica ou então podem motivar o aluno a procurar aprender determinados assuntos de química. Vieira (1997) cita: “são três as características que tornam um programa deste tipo bem sucedido e motivador aos jovens usuários: desafio, fantasia e curiosidade”.

Esses programas são mais elaborados, necessitando de domínio na linguagem de computação ou utilização de programas específicos para a construção de jogos; alguns necessitam de adaptações porque não são desenvolvidos para o ensino.

5) **Simulação:** Essa classe pode ser dividida em: (1) Simulação simples (analgica), uma experiência ou ensaio em que os modelos se comportam de maneira análoga à realidade; (2) Simulação com previsão (digital), uma experiência ou ensaio que consiste de uma série de cálculos numéricos e escolha de decisões entre opções limitadas, realizadas segundo um conjunto de regras, ou modelos, predeterminados.

Um exemplo de simulação possível é a titulação de uma solução alcalina, que pode ser utilizada para treinar o aluno nesta prática experimental. Uma simulação digital pode ser muito semelhante ao processo real, tornando possível uma interatividade com o programa simulando, como por exemplo, a manipulação de equipamentos e vidrarias (buretas, balanças e etc). O programa pode permitir até que o usuário cometa erros experimentais, de propósito ou não, como por exemplo, perder o ponto de equivalência ou até mesmo de selecionar um indicador não apropriado.

6) **Base de dados (BD)⁷:** São programas destinados para armazenar e recuperar informações; ela pode ser criada pelo próprio usuário através de programas apropriados (Access, por exemplo) ou por linguagem de programação. Dependendo do tipo de arquivo armazenado/recuperado, a base de dados pode ser classificada em: (1) BD simples, quando o arquivo tem apenas texto; (2) BD modelagem, quando o arquivo contém modelos (semelhantes aos descritos nas simulações) e (3) BD hipertexto e/ou multimídia, quando possuem arquivos com hipertexto e/ou arquivo áudio-visual.

⁷ Essa categoria é a união de três categorias classificadas por Vieira (1997), sendo elas: BD simples, BD modelagem e BD hipertexto.

7) Sistema especialista: “São programas de grande complexidade e custo, usados em diagnósticos e pesquisas”. Vieira (1997) também cita, como exemplo dessa classe, um programa útil para auxiliar alunos em adquirir conhecimentos úteis na separação de cátion, guiando o aluno de modo interativo.

8) Tutorial: Trata-se de programas construídos aos moldes da instrução programada acrescidos de alguns recursos de som e imagens, deixando-o mais dinâmico do que um livro texto e possibilitando uma maior interação do aluno.

Coburn et al (1988) afirma: “Parece que o perigo real no uso de tutoriais computadorizados reside em seu uso inadequado e não em seu uso. Mesmo os tutoriais mais limitados (...) podem constituir-se na tarefa perfeita”. Eles podem possibilitar a relação “um professor para um aluno” e permitem que o aluno aprenda em seu ritmo. (Coburn et al, apud Vieira, 1997).

9) Produção de gráficos e caracteres especiais: Surgira em uma época nas quais poucos programas realizavam a tarefa de construir gráficos e caracteres especiais (símbolos matemáticos e químicos). Atualmente existem pacotes de programas que realizam essa atividade facilmente e por isso esta classe de PEQ deixou de ser usada no ensino de química.

10) Outros: Aqui estão uns poucos programas que não se enquadraram em nenhuma categoria vista anteriormente. Entre eles Vieira (1997) cita uma programa de gerenciamento de laboratório de físico-química, um capaz de corrigir relatórios de práticas experimentais, outro para elaborar provas do tipo teste, etc.

Os gráficos apresentados nas figuras 2.3 e 2.4 mostram as porcentagens de cada classe encontrada nos periódicos, segundo Vieira (1997).

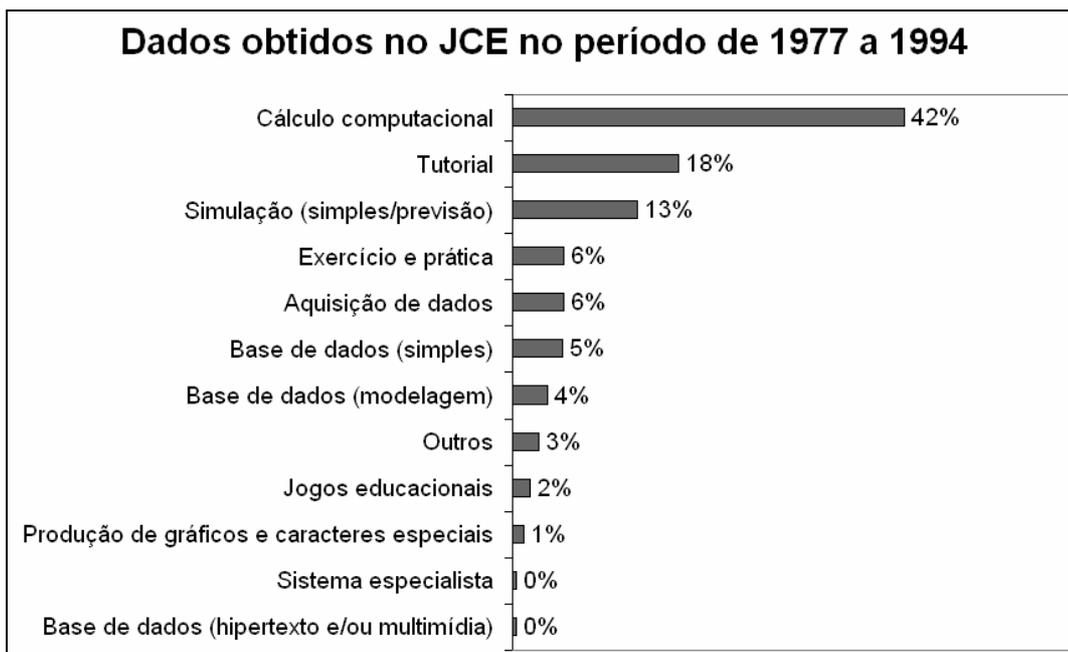


FIGURA 2.3 – Porcentagem das categorias encontradas no periódico Journal of Chemical Education.

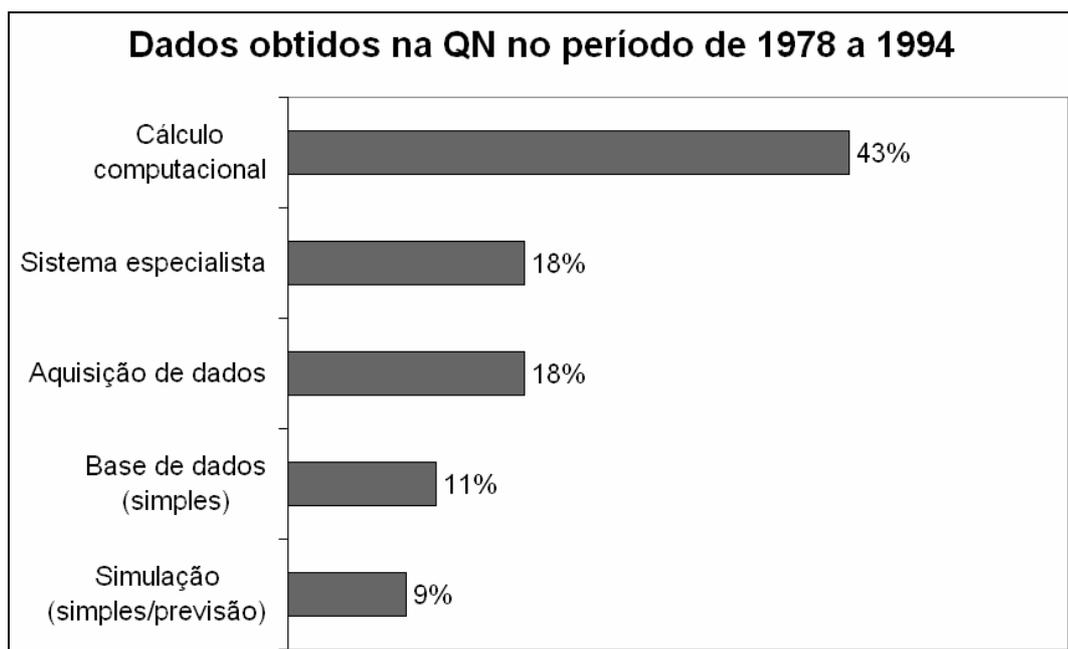


FIGURA 2.4 – Porcentagem das categorias encontradas na revista Química Nova.

Fonte das figuras 2.3 e 2.4: Vieira, S. L. Contribuições e Limitações da Informática para a Educação Química. Guarapuava, UNICAMP & Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná, 1997. Dissertação de Mestrado.

Utilizar o computador em sala de aula não é um dos objetivos proposto no início desse trabalho, por isso será necessário uma outra classificação para os

programas educativos destacados no início desta seção. Como veremos será possível perceber um novo grupo de simulações — as simulações conceituais.

2.4.4 - Simulações Conceituais e Ferramentas de Modelização

Nos últimos anos um dos objetivos que os pesquisadores no ensino de química aspiram é a melhoria da compreensão do conceito, existente no conteúdo abordado, pelos alunos e não apenas a “responder corretamente” quando questionado sobre o conteúdo. Isto ocorre porque muitos dos fenômenos estudados por essa ciência encontram-se no nível sub-microscópico e nossos sentidos não os alcançam. Somente os modelos conceituais possibilitam uma compreensão desses fenômenos. Nossos sentidos percebem apenas o que ocorre em nível macroscópico, mas sem a compreensão dos modelos conceituais muitas explicações sobre esses fenômenos ficam comprometida. Um outro ponto importante é que na Química se utiliza muito a linguagem simbólica, como a representação de elementos e transformações. (Ribeiro e Greca, 2003).

Assim, no estudo da Química, o estudante deve compreender os fenômenos macroscópicos, sub-microscópicos e, além disso, desenvolver habilidade representativa para compreender os símbolos utilizados e se expressar através deles. Ribeiro e Greca (2003) afirmam: “Há décadas atrás, os únicos meios disponíveis para os educadores consistiam em representações pictóricas, esquemáticas ou modelos estáticos. Com o advento do desenvolvimento tecnológico, atualmente os profissionais da Educação Química já podem dispor de ferramentas que proporcionam visualização de representação e as ferramentas de modelização”.

Os mesmos autores citados acima sugerem uma outra classificação em relação aos programas de simulação que podemos representar pela ilustração seguinte. Incluímos também a classificação de Vieira (1997).

Simulação operacional: Apresenta a simulação de um sistema permitindo que o usuário possa interagir através de uma seqüência de operações. Esta classe de programas de simulação pode ser subdividida em: 1) analógica, quando o sistema se comporta análogo ao sistema real; 2) modelado, quando a simulação se comporta segundo um modelo matemático.

Simulação conceitual: Apresenta, apenas visualmente, a simulação de um sistema. Esta classe não permite uma interação com o usuário e também pode ser classificada em analógica e modelada, de forma semelhante a anterior.

Ferramenta de modelização: Permite que o usuário, professor ou aluno, crie sua própria simulação.

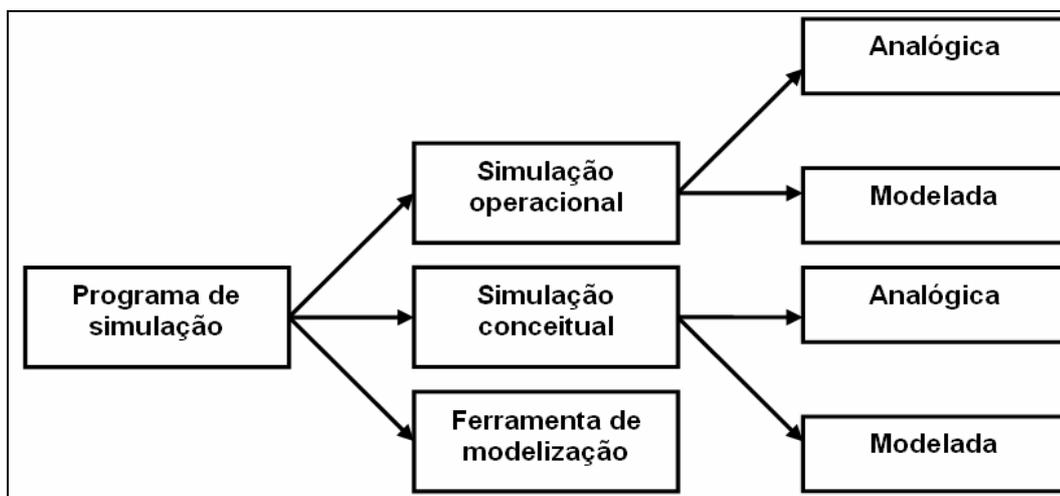


FIGURA 2.5 – Modos de se classificar um programa de simulação direcionado para o Ensino de química.

Os programas de simulações operacionais e/ou conceituais permitem a utilização do computador como instrumento de ensino (como na IAC), porque ele apresenta o conceito ao usuário, isto é, o computador, já programado, transmite informações ao usuário. Os programas classificados da terceira classe, ferramenta de modelização, permitem que o computador seja utilizado como ferramenta de ensino (como na ADC), pois o usuário utiliza-o na resolução de um problema e nesse caso produzir a simulação de um sistema real, isto é, o usuário, programa o computador. É possível perceber a importância dessas três categorias.

As simulações conceituais são limitadas, pois não permitem que o usuário interfira na simulação, já que ele pode apenas observar o sistema. Mas isso pode ser transformado em uma vantagem! Como não há interação da simulação com o usuário, não existe a obrigação que ela seja apresentada através do computador; pode-se então apresentá-la de outro modo, como por exemplo, em fita de VHS ou em DVD. A vantagem que pode ser destacada é que, atualmente, é mais fácil encontrar escolas com televisão e aparelhos para reprodução de imagens do que uma que possua laboratório de informática disponível aos alunos. Assim, torna-se muito fácil a utilização de filmes didáticos contendo simulações que facilitem a compreensão dos modelos conceituais exigidos na compreensão dos processos químicos.

Não necessitamos (e não podemos), por conta do que foi exposto no parágrafo anterior, descartar a utilização das ferramentas de modelização, pois,

como já afirmado anteriormente, a utilização do computador como ferramenta de trabalho possibilita que novas habilidades sejam desenvolvidas pelo usuário.

Apesar disso, nenhum trabalho foi encontrado que utilizasse as ferramentas de modelização feito por alunos; muitos programas propostos como sendo de modelização apresentavam, na verdade, simulações conceituais. As poucas ferramentas de modelização são apresentadas como destinadas aos professores e pesquisadores (Ribeiro e Greca, 2003).

A utilização desses programas de modelização pelos professores é muito importante, porém, não devem ser destinados apenas aos professores — os alunos podem aprender muito com esses recursos.

Na tabela seguinte estão algumas possibilidades das aplicações dos programas de simulação encontradas na literatura.

TABELA 2.1 – Possibilidades de aplicação das simulações analisadas ao currículo de Química.

Área de Estudo	07 Simulações Operacionais	67 Simulações Conceituais
Analítica	01	07
Bioquímica	01	17
Cristalografia	-	07
Farmacologia	-	01
Físico-Química	03	20
Geral	04	41
Inorgânica	03	24
Orgânica	03	27
Organometálico	-	01
Polímeros	-	11
Química Teórica	-	14

Fonte: RIBEIRO, A. A.; GRECA, I. M. Simulações Computacionais e Ferramentas de Modelização em Educação Química: Uma Revisão de Literatura Publicada. Química Nova, vol. 26, no. 4, p. 542-549, 2003.

É possível perceber que estes programas de simulação podem ser utilizados em várias áreas de estudo da Química.

2.4.5 - Limitações do Uso das Simulações no Ensino

Sempre que um novo recurso tecnológico é utilizado para auxiliar a prática educacional, surgem pessoas entusiasmadas com as novas possibilidades. Thomas Edison, em 1922, afirmou que: “as figuras em movimento estão destinadas a revolucionar o nosso sistema educacional. Em poucos anos, elas suplantarão

amplamente senão inteiramente, o uso dos livros didáticos” (Oppenheimer, apud Medeiros e Medeiros, 2002).

Percebemos que esta previsão não se confirmou. Na época da afirmação o cinema revolucionou os meios de comunicação e alguns pensaram que ele poderia acabar com o teatro.

Quando um meio tecnológico é inserido no ensino segue o ciclo: promessas, expectativa, desencanto e quando a decepção abate até os mais entusiasmados, a explicação da falha já está pronta: a culpa é dos professores despreparados e das escolas que não se adequaram aos novos paradigmas educacionais. Ocorreu o mesmo em relação à televisão, slides, retroprojetores, videocassete, calculadoras e etc. (Medeiros e Medeiros, 2002)

Uma criança dificilmente coloca o dedo uma segunda vez na chama de uma vela, nós possuímos essa capacidade de aprender com os atos passados. Por isso, antes de anunciarmos que os problemas educacionais estão, “mais uma vez”, extintos para sempre, devemos refletir e realmente perceber até onde esses recursos didáticos podem nos ajudar.

Medeiros e Medeiros (2002) afirmam: “Há de se observar, sobretudo, que enquanto muitos educadores conferem às simulações poderes educacionais quase miraculosos, outros tantos continuam ainda avessos às mais simples introduções da Informática no Ensino da Ciência. Entre a euforia e o pânico existe, portanto, todo um campo de argumentações a ser devidamente explorado”. Em ambas as extremidades percebemos a não compreensão crítica do recurso didático em questão. Independente do recurso didático, sempre existe os crédulos e os incrédulos: o primeiro grupo é formado pelos que crêem facilmente sem realmente entender os fundamentos de sua utilização; o segundo grupo é formado pelos que duvidam se suas possibilidades. Qualquer recurso didático, novo ou clássico, não deve ser colocado nem no altar e muito menos na fogueira.

Uma primeira crítica que pode ser feita em relação às simulações é: O professor deve ter a consciência de que as simulações, por mais modelada que sejam, são apenas representações de um fenômeno real. Deve ser lembrado ainda da vantagem das simulações para a visualização de fenômenos na quais nossos sentidos não podem alcançar. Se a simulação for igual ao fenômeno verdadeiro, ela também não será visualizada! Moléculas de água no estado gasoso estão em altas

velocidades. Assim, se uma simulação copiar perfeitamente a natureza, inclusive no tamanho das moléculas, não poderemos visualizar nada nessa simulação.

Não se deve imaginar que as simulações analógicas são mais indicadas do que as modeladas. Em uma simulação, analógica ou modelada, algumas características necessitam ser contornadas para deixar outras em evidência. As simulações podem abordar algumas características dos fenômenos reais e podem-se usar distintas simulações para abordar grupos diferentes de características. Portanto, é necessário ficar claro ao professor e ao aluno que por melhor que seja o modelo matemático utilizado, ou a analogia, a simulação é apenas uma representação de um processo natural e não se deve considerá-lo como o próprio processo.

Um conceito (ou vários) pode ser resumido em poucos segundos através das simulações: uma pode representar a disposição entre as moléculas de uma porção de água no estado líquido; outra pode representar as distorções causadas quando moléculas de água recebem radiação infravermelha (distorções nos comprimentos e ângulos de ligações, etc.); uma última pode representar as ligações de hidrogênio. É fácil imaginar que uma simulação destinada a abordar todos esses conceitos aos alunos, seria tão complexa que os alunos não entenderiam nenhum deles, além do mais, uma simulação com tantos aspectos seria muito difícil de ser produzida. Nossa mente tem limitações em relação à quantidade de informação que podemos aprender em um curto espaço de tempo.

A inibição retroativa pode explicar esse fenômeno da mente humana: Um grupo de alunos estudou um conteúdo e descansou antes de um exame, outro grupo estudou o conteúdo do exame e logo após realizou outras atividades mentais, ou seja, eles não descansaram antes do exame. O grupo que descansou antes da avaliação obteve melhor aproveitamento na prova. A interferência causada pela inibição retroativa é maior quando os dois conteúdos estudados são semelhantes. (Barros, 2004).

Assim, uma animação que apresente a disposição entre as moléculas, efeito causado por radiação infravermelha e pontes de hidrogênio, como no exemplo acima, não seria útil na aprendizagem de conceitos de química. A utilização de várias simulações em seqüência, cada uma abordando os conteúdos exemplificados, também seria uma atividade contraproducente quanto ao processo de aprendizagem. Deve ser evitada uma sobrecarga das informações apresentada

ao aluno em um curto espaço de tempo, mesmo que as novas tecnologias permitam isso.

Podemos concordar com a afirmação de Medeiros e Medeiros (2002): “É preciso ter em conta que a educação não é algo que envolve apenas a informação. Educar consiste, igualmente, em fazer as pessoas pensarem sobre a informação e a refletirem criticamente. A Educação vista de uma forma holística, lida com a compreensão, com o conhecimento e com a sabedoria”. É preciso incentivar a compreensão da informação transmitida, o aluno deve compreender o que foi apresentado para que ela realmente seja transformada em conhecimento.

Portanto, a educação não deve ser abordada apenas pelos meios da informática, o professor é insubstituível na atividade educacional. Quanto maior as possibilidades dos professores, maior será o horizonte observado e alcançado pelo seu aluno — há uma ligação muito forte no par professor-aluno. Devemos sempre ir ao encontro de novos recursos didáticos e adquirir conhecimento de suas possibilidades e limitações; descobrir qual o fundamento de sua utilização, a causa de suas restrições e, assim, produzir técnicas de utilização para esses recursos.

2.5 - Filmes na Educação

Anteriormente, foi visto que as simulações conceituais possuem importância como recurso didático e como elas não possibilitam uma interação com o usuário, não há necessidade da utilização direta do computador. Assim, as simulações conceituais podem ser transformadas em um recurso didático mais simples de ser utilizado — os filmes didáticos.

Já afirmamos que os filmes didáticos são criados e utilizados exclusivamente para abordar algum conteúdo. Os filmes classificados como comerciais também podem ser utilizados para transmitir informação, embora sua criação seja direcionada para o entretenimento.

Rohling et al (2002) afirma: “(...) a linguagem cinematográfica e a linguagem de um documentário em vídeo [e/ou filme científico] são claramente distintas, pois a primeira busca uma universalização do ‘senso comum’, enquanto a segunda busca, como sugerem especialistas na área de cinema e documentação visual, uma interpretação do mundo mediada pela ciência formativa”.

Assim estudaremos, um pouco mais a fundo essas duas classes de filmes nas seções seguintes.

2.5.1 - Filmes Comerciais

Segundo Gleiser (2005): “A arte [cinematográfica] distorce para persuadir. E o cinema, com efeitos especiais espetaculares, distorce com enorme facilidade e poder de persuasão”. Tal afirmação não deve ser entendida com ênfase na palavra “distorce”. Sua principal característica (do cinema) é servir de espetáculo aos olhos do público. Essa distorção é necessária, pois como já vimos o objetivo para o qual os filmes comerciais são destinados é o divertimento. Quando os filmes comerciais são utilizados para fins didáticos, suas principais utilizações são para motivar, ilustrar ou reforçar um assunto específico. Para isso o professor deve utilizá-lo de forma diferente do que estamos acostumados. O educador deve assistir ao filme com antecedência e selecionar, para a apresentação, apenas os trechos que realmente são importantes do ponto de vista didático. Expor um filme de longa-metragem aos alunos em uma única seção, ou em várias, não é recomendado, porque dificilmente um filme comercial destina-se completamente a abordagem de um assunto científico.

Até mesmo o filme “Contato” no qual foi baseado na obra de Carl Segan não está todo destinado para a discussão do tema: vida inteligente em outros planetas; nesse filme também são explorados temas como: religião, políticas, entre outros. Percebemos então que um mesmo filme, ou melhor, trechos diferentes de um mesmo filme podem ser explorados para fins didáticos em várias áreas, ou disciplinas, diferentes. É importante lembrar que poucos filmes têm uma real preocupação com o conteúdo científico, Gleiser (2005) afirma: “O filme ‘O Dia Depois de Amanhã’ e seu cenário de uma Idade do Gelo ocorrendo em uma semana em vez de décadas (...) levantaram as sobrancelhas de cientista mais rígidos, que vêem as distorções com desdém, e esbugalharam os olhos dos espectadores que pouco ligam se a ciência está certa ou errada. Afinal, cinema é diversão.”

A melhora do ensino de química (objetivo fundamental deste trabalho) facilita a compreensão da ciência como um todo, permitindo ao aluno apreciar um filme e perceber suas “distorções” e o porquê delas. Assim, o aluno deve saber que a explosão de um veículo espacial não pode ser ouvida no vácuo. O som que escutamos quando isso ocorre em um filme é apenas um recurso cinematográfico, utilizado pelo diretor do filme e sua equipe de som, necessário para aumentar a emoção que se deseja transmitir ao espectador.

Por fim, pode ser afirmado: Para utilizar um filme comercial como motivação ele deve ser apresentado antes da aula, para chamar a atenção do aluno ao que se deseja abordar. Para utilizá-lo como ilustração ou reforço, ele deve ser apresentado após a exposição do conteúdo, sendo necessária uma etapa de discussão para enfatizar os pontos mais importantes do filme.

2.5.2 - Filmes Didáticos

Um filme didático tem características próprias, sendo as principais: (1) pode motivar; (2) pode ilustrar; (3) pode comprovar e (4) pode servir como material de estudo.

As duas primeiras já vimos anteriormente, sobre as duas últimas Nérici (1993) afirma: "(...) [com a finalidade] de comprovar, para mostrar a veracidade de algo que foi explicado em classe; (...) [com a finalidade] de estudo, quando o filme é inserido no conjunto de desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem ou quando o filme faz as vezes do professor ou do material de estudo propriamente dito".

Para comprovar a reatividade dos metais alcalinos (grupo 1 da tabela periódica) com a água o professor pode demonstrar experimentalmente ou através de um vídeo do experimento previamente gravado. Ambas as formas de comprovação são válidas embora seja melhor ver o experimento, no momento de sua realização, com os próprios olhos, ao invés de vê-lo através dos "olhos" de um equipamento eletrônico utilizado para gravar a fita de vídeo. Porém, dependendo das condições da escola, a apresentação por um vídeo é uma ótima opção.

Alguns vídeos servem de material de estudo, semelhantemente a um livro. Assim eles possuem um papel informativo, assim um longa-metragem pode explorar o tema exaustivamente e facilitar a sua compreensão. Os professores não devem ter medo de "perder o emprego" para um aparelho de vídeo, porque a transmissão de informação não garante sua compreensão — só um professor consegue adaptar-se, da melhor forma possível, aos vários engenhos presentes em uma sala de aula.

Os filmes didáticos podem ser classificados quanto à forma da informação a ser transmitida em: (1) documentário, quando apresenta um fato ou conjunto de fatos sobre um determinado tema; (2) científico, quando apresenta um

conceito como ele é aceito cientificamente. Nada impede que um filme tenha ambas as características.

Para que um filme didático cumpra com as finalidades expostas no início dessa seção, ele deve ser produzido de forma metodológica. Veremos um pouco sobre isso na seção seguinte.

2.5.3 - Produção de Filmes Didáticos

Os filmes didáticos podem ser produzidos por uma equipe montada com profissionais de diversas áreas: técnicos de imagem e som são importantes para filmagens das cenas e gravação das narrações contidas nos filmes. Alguns possuem um treinamento adequado para realizar a edição e produzir o filme. Não podemos esquecer que pelo menos uma pessoa da equipe deve conhecer o tema a ser explorado no filme e ter conhecimento suficiente em pedagogia para redigir o roteiro e auxiliar na etapa de edição. Percebemos que filmes de alta qualidade podem ser produzidos com essa equipe de profissionais, porém, é necessário um capital considerável para reunir essa equipe e para obter os equipamentos necessários. Uma alternativa é produzir um filme com menos recursos técnicos e com razoável qualidade; felizmente a informática, atualmente, permite que a obtenção de imagens e sons, e principalmente sua edição, seja mais fácil — embora, ainda não seja uma atividade trivial.

Assim, quanto à produção e difusão dos vídeos didáticos, eles podem ser classificados em: (1) vídeo didático com projeção externa: vídeos muito elaborados e cuja produção necessita de profissionais de várias áreas; (2) vídeo de trabalho de uso interno, que necessitam de menor suporte técnico e um investimento mais humilde (Lltjós, 1994).

A primeira categoria destina-se para a comercialização, por isso o nome de projeção externa, enquanto que o segundo é destinado, em geral, apenas para uso da equipe que o produziu.

Para produzir vídeos de projeção externa são necessárias três etapas: (1) pré-produção, constituída basicamente por escolher o tema a ser abordado no filme; elaboração de um roteiro prévio (contendo a temporização estimada e a descrição de cada imagem e narração); revisão do texto com auxílio de um assessor científico, seleção de documentos visuais e, por fim elaboração do roteiro definitivo; (2) Na segunda etapa está concentrada a maior parte do conhecimento dos técnicos

de imagem e som. Eles selecionam a localização das filmagens, escrevem o calendário de trabalho (plano de filmagem que considera todas as gravações necessárias) que não necessita seguir o roteiro e finalmente a filmagem; (3) Na etapa final ocorre principalmente a edição. É necessária novamente a presença do assessor científico para que o produto final tenha qualidade científico-didática para o qual se destina. Para produzir vídeos de uso interno as etapas são semelhantes às descritas acima, porém sem o mesmo rigor técnico; sua produção pode ser realizada pelo professor ou até mesmo pelo aluno com auxílio do professor e, se possível, dos profissionais de áudio e vídeo. (Litjós, 1994).

Os vídeos produzidos pela primeira categoria possuem uma maior qualidade quando comparados aos da segunda, porém ambos cumprem as finalidades para o qual são destinados. Alguns aspectos importantes da última classe podem ainda ser levantados: (1) O filme estará totalmente adaptado ao trabalho do professor caso tenha participado do processo; (2) Os alunos também poderão ter uma maior motivação, porque eles participaram de sua produção; (3) Todos que participaram da produção do vídeo aprenderam técnicas relacionadas a criação dos mesmos, e os alunos também aprenderam sobre o tema explorado no filme.

Como já exposto anteriormente, a informática e seus novos meios de comunicação proporciona evoluções nas mais diversas áreas, inclusive na produção de vídeos didáticos que também passou por mudanças. Rohling et al (2002) cita que: “Durante as últimas décadas ocorreu o que podemos chamar de ‘democratização’ ou ‘popularização’ dos recursos eletrônicos e especialmente aqueles de informática. Devido a este fato, os filmes didáticos de curta-metragem (...) e também CD-ROMs [contendo esses filmes] tornaram-se potencialmente realizáveis. Embora, a produção de um bom FDCM não seja uma tarefa trivial”.

Com esses novos recursos a disposição, a produção de um curta-metragem com fins didáticos pode ser obtida por meio dos seguintes passos segundo Rohling et al (2002)

- 1) Definição do tema a ser tratado;
 - 2) Elaboração do roteiro;
 - 3) Captura de som para obtenção da narração do filme;
 - 4) Temporização da narração e previsão do total de imagens necessárias.
-

5) Utilização de um programa para edição do filme. O autor sugeriu o programa Adobe Premiere para essa tarefa;

6) Produção da abertura, que desempenha um papel fundamental de prender a atenção do espectador;

7) Geração do filme propriamente dito obtendo-se um arquivo com a extensão “.avi”; o autor sugere que um filme de aproximadamente 15 minutos seja feito em vários arquivos para facilitar o manuseio, porque este tempo equivale a aproximadamente 2 gigabytes (Gb);

8) Utilização de uma placa de exportação para gravar o filme em uma fita de VHS. Essa será a matriz das quais as outras fitas serão copiadas;

9) Etiquetação e embalagem;

Após a obtenção da fita, o fundo musical é adicionado e o autor sugere a utilização de músicas eruditas do período barroco ou de outro período, esse fundo musical serve para prender melhor a atenção do telespectador. O autor também sugere algumas alternativas para diminuir o custo de produção do filme, duas delas são: utilizar uma placa de vídeo com saída de VHS em vez de uma placa de captura/exportação e substituir os programas comerciais por versões *demo*⁸ ou *trial*⁹ ou utilizar programas pertencentes a outras unidades que compõem a universidade.

O material colhido e presente nessa seção foram muito úteis na elaboração dos filmes deste trabalho e muitas de suas recomendações foram seguidas e outras adaptadas, principalmente, porque nos últimos anos ocorreram alguns avanços tecnológicos que facilitaram a produção.

Nas seções seguintes veremos um pouco do referencial teórico na qual a utilização de filmes didáticos é baseada.

2.6 - Pressey e a Máquina de Ensinar

A utilização de máquinas dedicadas ao ensino foi anterior a aprendizagem programada. Sidney L. Pressey, em 1920, construiu uma máquina, para verificar, ou testar, a aprendizagem de um conteúdo previamente transmitido pelo professor. Uma pergunta era apresentada ao aluno que, manipulando a

⁸ Uma versão *demo* é semelhante a uma versão comercial, mas, por ser gratuita, apresenta uma quantidade menor de recursos.

⁹ Uma versão *trial* é semelhante a uma versão comercial, mas, por ser gratuita, pode ser utilizada por um período limitado de tempo, como por exemplo, trinta dias. Após este prazo é necessária a aquisição da versão comercial para continuar a utilizar o programa.

máquina, deveria escolher uma resposta e girar uma manivela (ou outro dispositivo). Caso a resposta estivesse certa apareceria outra questão. E se estivesse errada a questão permaneceria e o aluno entenderia que deveria escolher outra resposta. Seu aparelho deveria ser utilizado após a aprendizagem e serviria para reforçar conceitos certos e enfraquecer, ou extinguir, as respostas erradas. (Skinner, 1972).

Segundo Skinner (1972): “Pressey parece ter sido o primeiro a acentuar a importância do resultado (*feedback*) imediato na educação e a propor um sistema, no qual o aluno pode progredir no seu próprio ritmo”. Quando a máquina indica a resposta certa, permitindo que o aluno observe a próxima questão, ela está reforçando o conceito correto. Quando o aluno terminar de responder corretamente todas as questões ele terá terminado o módulo e o professor poderá seguir com o próximo tema; ao final do tema outro módulo de perguntas seria oferecido ao aluno. O mesmo módulo poderia ser repetido pelo aluno uma vez por dia durante dois ou três dias, de modo que os relacionamentos iriam paulatinamente sendo “aprendidos” pelo usuário.

2.7 - Contribuições de Skinner

A aprendizagem programada é fundamental para o ensino usando computador, em especial quando o utilizamos como instrumento de ensino. Em alguns momentos ela apresenta pontos de divergência com a idéia geral desta dissertação, porém na seção seguinte isto será explicado.

Para Skinner, o professor tem um papel modesto: “não pode realmente ensinar, pode apenas ajudar o aluno a aprender”. Dessa forma, ensinar é fomentar o desenvolvimento do indivíduo através de exercícios intelectuais. Assim o professor torna-se apenas um “transmissor” compartilhando as informações, as experiências os fatos e as idéias. Para entendermos melhor as idéias desse psicólogo é necessário compreender um pouco mais sobre comportamento.

2.7.1 - Comportamento e Reforço

Os behavioristas acreditam que a psicologia é a ciência do comportamento e Skinner pertence a esse grupo. O estímulo, uma modificação no

ambiente, elicia¹⁰ uma resposta, uma modificação do organismo; quando o olho humano é exposto a um aumento da luminosidade a pupila se retrai reduzindo a quantidade de luz que entra no olho. Nesse exemplo, o estímulo é a variação da luminosidade e a resposta é a retração da pupila, o comportamento é o conjunto estímulo-resposta. Com isso, a aprendizagem segundo a escola behaviorista é: modificação do comportamento e/ou aquisição de novas respostas.

O reforço para Skinner é uma ação que aumenta a probabilidade do comportamento ocorrer. Para isso, aquele deve ocorrer o mais cedo possível e assim, o indivíduo relacionará o comportamento ao reforço.

A partir disso, temos um outro papel para o professor: além de apresentar a informação ele também deve estimular o aluno para que o comportamento aprendido, após a apresentação da informação, seja fixado. O professor não consegue fornecer uma quantidade suficiente de reforço a todos os alunos da sala, principalmente quando esta possui muitos alunos.

Todo o conjunto exposto acima representado são os fundamentos da aprendizagem programada.

2.7.2 - Aprendizagem Programada

Skinner (1972) construiu uma máquina de ensinar parecida a máquina de Pressey que de forma semelhante, reforça imediatamente a resposta do aluno, quando ela permite ao mesmo seguir para a próxima questão. Uma diferença essencial entre elas é que a primeira apenas testa o conhecimento adquirido pelo aluno, enquanto que a segunda também é utilizada para transmitir a informação a ser testado. Outra modificação implantada por Skinner é que com a resposta certa, um estímulo visual, como uma lâmpada, ou auditivo, como uma campainha, ou ambas pode ser percebido pelo usuário; quando uma questão é respondida incorretamente ela não permanece sendo apresentada, mas ela é substituída por outra questão. Quando o aluno responder a todas as questões, todas as erradas são apresentadas novamente permitindo que o aluno tente novamente. A máquina permite também registrar o número de acertos e erros. O mecanismo desta máquina

¹⁰ “Os estudiosos do comportamento preferem empregar o verbo eliciar no lugar de provocar ou causar”. In: BARROS, C. S. G. Pontos de Psicologia Geral. 15ª Edição. São Paulo. Editora Ática. 1997.

é mais complexo do que a proposta por Pressey, porém esses recursos podem facilmente ser obtidos atualmente, através de linguagem de programação e as máquinas de ensinar seriam o próprio computador.

Esse tipo de máquina pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem, pois, segundo Skinner (1972): “A característica importante do aparelho é o reforço imediato da resposta correta. A simples operação da máquina deverá provavelmente ser suficientemente reforçadora para manter o aluno médio ocupado por um período razoável todos os dias. A professora¹¹ pode facilmente supervisionar toda uma classe trabalhando com estes aparelhos ao mesmo tempo e, no entanto, cada criança progride no seu próprio ritmo, completando tantos problemas quantos lhe for possível durante a hora de aula”.

O uso da máquina ou programa por um intervalo de tempo muito grande pode prejudicar a eficiência. Skinner recomendava uma utilização de 15 minutos por aluno e isto ainda possibilita que a máquina seja utilizada por outros alunos através de um rodízio.

As máquinas não substituirão os professores porque, segundo Skinner (1972): “elas são equipamentos para uso dos professores, poupando-lhes tempo e labor. Ao delegar certas funções mecanizáveis para as máquinas, o professor emerge no seu próprio papel como um ser humano indispensável”. Percebemos que a aprendizagem programada, como defendida pelo seu idealizador não seria utilizada para revolucionar o método de ensino fazendo com que toda a educação devesse ser transmitida por máquinas; elas serviriam apenas como mais uma ferramenta oferecida ao professor em seu trabalho educacional.

2.7.3 - Críticas a Aprendizagem Programada

Uma das críticas, segundo o próprio Skinner (1972) é que ao usar uma máquina para ensinar, se estará comparando o aluno a um animal irracional e que esta forma de educação é mecanicista. Isso ocorrerá se o professor não fizer o seu papel de facilitador da aprendizagem. Quando ele perceber que o aluno está apenas decorando alternativas ou respondendo ao acaso, ele pode modificar a sua dinâmica de aula; ele pode enfatizar o ponto em que os alunos estão com dificuldades, fazer

¹¹ A palavra “professora” aparece com caráter de sexismo neste trecho da obra; não foi possível perceber se essa idéia pertencia a Skinner ou ao tradutor do livro, mas de qualquer forma não concordamos com ela.

revisões, fornecer outros materiais e quando possível realizar outros experimentos. Se o educador tiver essa visão do todo, é pouco provável que a aprendizagem ocorra de forma mecanicista e conseqüentemente o aluno não poderá ser comparado a um animal irracional, como um rato, preso em uma “caixa de Skinner”. Além disso, uma aprendizagem mecanicista pode ocorrer mesmo sem a aprendizagem programada, quando um professor reduz sua atividade apenas a corrigir os exercícios dos alunos respondendo sim ou não; se ele não se preocupar em trabalhar o conteúdo de maneira a objetivar a aprendizagem significativa, qualquer método ou meio didático será inútil, mesmo que o aluno tenha em mãos um computador moderno e que possua programas caros.

Segundo Skinner, alguns críticos afirmam que a aprendizagem programada poderia causar desemprego em massa. Como já mencionado anteriormente, o professor é o personagem mais importante do processo de ensino e não pode ser substituído; talvez ocorra a substituição de um professor por outro mais adaptado com as condições ou metodologias da escola, porém, substituir o professor por uma máquina não deve ser uma meta da escola.

As máquinas de ensinar, proposta por Pressey e Skinner, são diferentes dos computadores atuais, embora estes últimos possam ser utilizados nos mesmos princípios da educação programada. (Skinner, 1972).

Já mencionamos que Skinner, por pertencer a escola behaviorista, acredita que a aprendizagem é a modificação do comportamento e/ou aquisição de novas respostas a estímulos já conhecidos. Porém existe um grupo de pesquisadores que não se preocupam apenas com o comportamento observado pelos organismos, eles acreditam que a aprendizagem ocorre no interior do indivíduo em interação com o meio, esse grupo de pesquisadores pertence a escola cognitivista. Jerome Bruner é um exemplo de pesquisador que segue a linha cognitivista, e por se opor a linha behaviorista nos fornece um contra ponto importante, como veremos na seção a seguir.

2.8 - Contribuições de Bruner

São quatro princípios fundamentais para a teoria de Bruner, como veremos a seguir, e várias afirmações são sobre a instrução das crianças. Em alguns momentos estes princípios podem ser estendidos aos alunos de um modo geral.

Motivação – Todas as crianças possuem motivações intrínsecas para a aprendizagem, sendo elas: (1) a curiosidade, um desejo de saber encontrado nos seres humanos e em outros animais; (2) o impulso para adquirir competência, que motiva o indivíduo a procurar se aperfeiçoar em atividades para a qual se saiam bem, deixando de lado aquelas para as quais não possuam muitas habilidades; (3) a reciprocidade, esta última motivação faz com que os seres humanos, e outros animais, trabalhem em equipe. Para esse psicólogo a sociedade surgiu por causa da terceira motivação básica citada acima. (Barros 2004)

Estrutura – “Qualquer assunto pode ser ensinado eficazmente de alguma forma intelectualmente honesta, a qualquer criança em qualquer fase do desenvolvimento”. Dependendo do nível do desenvolvimento da criança alguns temas não podem ser aprendidos em sua totalidade, mas pelo menos seus fundamentos. Dependendo da idade da criança ela fica impossibilitada a assimilar alguns conteúdos, pois não possui a habilidade de representar o mundo por símbolos. Dessa forma, o professor deve proceder com uma estruturação adequada seguindo três características: (1) Modo de apresentação, assim o professor deve apresentar o conteúdo adaptando-o ao nível de desenvolvimento do aluno. (2) Economia de apresentação, esta característica relaciona-se a quantidade de informações necessárias à aprendizagem: quanto menor a quantidade de informações, maior a economia, possibilitando o aluno a continuar o processo de aprendizagem; recomenda-se, portanto, fornecer ao aluno resumos do conteúdo. (3) Poder de apresentação, quanto mais simples o assunto, melhor será a aprendizagem, assim, recomenda-se ao professor não complicar temas simples. (Barros, 2004).

Seqüência – Esse terceiro princípio de Bruner relaciona-se a sua concepção do desenvolvimento cognitivo do ser humano. Para ele, o desenvolvimento da criança possui três níveis: (1) O nível enativo, nesse a criança representa o mundo por ações, como por exemplo, ela não consegue explicar onde fica o banheiro em sua casa, mas sabe chegar lá. (2) O nível icônico; aqui a criança já compreende imagens, figuras, gráficos, ou seja, ilustrações de um modo geral; permitindo que essas sejam utilizadas para abordar o conteúdo. (3) O nível de representação simbólica; aqui a criança já possui abstração e pode representar o mundo por símbolos. Desse modo o professor pode explorar um tema seguindo essa seqüência independente da disciplina. “Assim, o professor deve começar o

ensino de qualquer assunto novo com mensagens sem palavras, relacionadas principalmente as reações musculares do aluno. Então, o aluno será levado a observar representações gráficas, figuras e desenhos sobre o assunto. Finalmente, a mensagem será comunicada simbolicamente, através de palavras”. (Barros, 2004).

Reforço – Bruner enfatiza a necessidade de *feedback* para que o professor acompanhe seu trabalho educacional a partir das respostas dos alunos. Se o conceito foi interpretado de forma errada pelos alunos o professor deve explicar novamente de outra maneira, se possível. Essa realimentação (tradução do inglês da palavra *feedback*) deve ser um processo contínuo no trabalho educacional e deve ser tão comum quanto o andar e o falar do professor, que deve perceber também durante as aulas se os alunos estão compreendendo o conteúdo apresentado. Esse *feedback* além de corrigir os conceitos interpretados de forma errônea, serve de reforço quando o aluno compreende corretamente a idéia tratada. O reforço como defendido pelos behavioristas também pode ser utilizado, porém Bruner afirma que ele deve estar de acordo com o desenvolvimento do indivíduo. Assim, para uma criança muito pequena, ainda no nível enativo, uma carícia na cabeça pode ser melhor do que palavras de elogio. (Barros, 2004).

2.8.1 - Aprendizagem por Descoberta

Uma outra contribuição muito importante dada por Bruner diz respeito a “aprendizagem por descoberta”. Para Bruner há duas abordagens possíveis em sala de aula: uma abordagem expositiva, na qual o professor apresenta o conteúdo pronto e acabado aos alunos; e uma abordagem hipotética, na qual a aprendizagem por descoberta tem seus fundamentos. Nesta última um problema e alguns conceitos fundamentais são apresentados aos alunos e cabem a todos, professor e alunos, através de discussão, tentar descobrir a solução desse problema que na verdade é o próprio conteúdo que se deseja ensinar. Os que defendem essa abordagem de ensino afirmam que ela é mais adequada nas ciências físicas e naturais, embora possa ser aplicada ao ensino de matemática, lingüística, história, psicologia e até geografia. As principais críticas parecem estar relacionadas com a dificuldade de aplicação, porque exigem do professor flexibilidade e domínio da matéria. (Barros, 2004).

Citamos até o momento três pesquisadores importantes a este trabalho, Pressey, Skinner e Bruner. O primeiro tem importância, pois utilizou de

máquinas mecânicas e através de suas utilizações chegou-se a aprendizagem programada, sendo ela, proposta por Skinner. Segundo Barros (2004), os dois últimos têm uma importância maior porque não se preocupavam apenas com pesquisas sobre a aprendizagem: “(...) Bruner, assim como Skinner, tem procurado falar diretamente aos educadores; participam de congressos com professores e escrevem livros e artigos dirigidos a eles”. Assim, eles se esforçavam para que suas idéias chegassem aos principais interessados — os educadores.

Como Skinner e Bruner pertencem a grupos distintos de pesquisadores da psicologia, precisamos evidenciar melhor as essas diferenças.

2.9 - Cognitivistas versus Behavioristas

A química pode ser considerada como uma ciência que utiliza o método pragmático, segundo Mattar (2005): “A estrutura do método científico, segundo o pragmatismo, dividir-se-ia em: identificar o problema; oferecer uma hipótese explanatória usando meios abdução; e testar nossa hipótese contra o problema por meios dedutivos. O que poderia ser resumido pela tríade problema—hipótese—teste”. Assim, para resolver um problema, com esse método, podemos, através da abdução¹² e utilizando a criatividade, criar uma hipótese. A partir dessa hipótese, e utilizando a dedução¹³, pode-se elaborar um teste, ou experimento; e finalmente, a partir dos resultados experimentais, utilizando-se a indução¹⁴, estabelece-se um modelo ou lei universal. Um exemplo da utilização do método pragmático foi a criação do modelo atômico de Rutherford. A partir da hipótese aceita na época de que o átomo era maciço, fez-se o experimento das partículas alfa (α) incidindo sobre uma película de ouro; com os dados coletados no experimento, Rutherford tirou várias conclusões, incluindo a afirmação de que o átomo não era maciço, exigindo assim, a modificação do modelo atômico aceito pelo meio científico.

¹² Abdução, redução de um problema a outro.

¹³ Dedução, na lógica clássica, raciocínio que parte de uma ou mais premissas gerais e chega a uma ou mais conclusões particulares.

¹⁴ Indução, raciocínio cuja conclusão é uma proposição universal e necessária que se estabelece pelo exame de todos os objetos de uma classe.

Notas 12, 13 e 14 in: Dicionário Aurélio Eletrônico – Século XXI: Lexikon Informática: Nova Fronteira. CD-ROM.

Em sala de aula, no ensino de química, o método pragmático deve ser considerado. O professor expõe um determinado problema aos alunos juntamente com alguns conceitos fundamentais e todos tentam levantar uma hipótese plausível e se possível, a hipótese aceita cientificamente. O experimento, através de seus resultados, é o que confirma a hipótese ou pode ser utilizado para modificá-la.

Trabalhando apenas com problemas e hipóteses, a química apresenta-se como uma ciência incompleta, o que contribui muito para que seja uma das disciplinas em que os alunos apresentam muitas dificuldades de aprendizagem.

Com o que foi exposto nesta seção, até o momento, pode-se perceber a importância da teoria cognitivista da aprendizagem por descoberta divulgada por Bruner, ela está de acordo com o desenvolvimento da própria Química e por isso não pode ficar fora do Ensino de Química. A aprendizagem por descoberta, utilizando recursos diversos como a discussão com os alunos e até mesmo a experimentação são essenciais para o desenvolvimento dos conceitos e modelos utilizados na Química.

Embora as idéias de Skinner sejam contrárias aos processos cognitivos, algumas delas, principalmente a do reforço sugerem o mecanismo que faz os vídeos didáticos funcionarem como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem. Assim, o filme didático, ou uma simulação computacional, pode ser utilizado como ilustração e principalmente como o próprio reforço da aprendizagem. Isso ocorrerá se o aluno relacionar as imagens observadas no filme didático com o conteúdo abordado anteriormente.

Apesar da grande importância da abordagem hipotética, encontrada na aprendizagem por descoberta, devemos considerar que os cognitivistas valorizam o reforço, embora em menor grau, quando comparado aos seus colegas behavioristas, assim, não se pode descartar as pesquisas realizadas por estes, que estudaram o comportamento. O surgimento de uma teoria mais completa não implica que devemos esquecer as suas antecessoras, pois afinal de contas, o modelo atômico de Dalton ainda é estudado nas escolas, mesmo já existindo o Modelo dos Orbitais Moleculares. Assim como uma reação química que pode ser explicada com vários modelos, a interação existente no par professor-aluno pode ser explorada com mais de uma teoria da aprendizagem.

Difícilmente podem-se usar todas as teorias da aprendizagem e nem há a necessidade disto; podem-se utilizar os pontos positivos de duas, como por

exemplo, uma aula seguindo a abordagem hipotética e logo depois uma apresentação de um curta-metragem, que serve como reforço à aprendizagem dos alunos.

Os professores devem conhecer as diversas didáticas (técnicas de ensino) existentes para escolher aquela que melhor se adapta as suas condições, só assim o professor terá condição de observar o todo, pois se ele conhecer apenas um método ou um meio didático ele talvez não perceba a importância de outros ou não utilizará sua escolha por completo.

Do que foi exposto até o momento podemos perceber a importância da visualização dos modelos como abordado por Peraya (1997). Também a experimentação em ensino de química é importante, porque ela é fundamental para o desenvolvimento dos modelos na qual o conhecimento de Química é fundamentado. A importância da visualização já foi citada no século XVII, e, portanto, não é uma idéia recente no ensino de Ciências.

2.10 - Comenius e a Utilização dos Sentidos

É importante considerar as contribuições de Jan Amos Comenius (1592-1670), mais conhecido como Comenius, para a didática¹⁵. Comenius (1997)¹⁶ afirma: “Se forem exercitados antes os sentidos das crianças (e isso é muito fácil), depois a memória, o intelecto e finalmente, o juízo. Essas coisas devem suceder-se gradualmente, pois a ciência começa a partir dos sentidos e, através da imaginação, passa para a memória; depois, pela indução das particularidades, constitui-se a inteligência dos universais; finalmente, com base em coisas bem entendidas forma-se o juízo, para chegar à certeza da ciência” (Comenius, 1997).

É possível perceber que para ele o ensino das ciências deve ser realizado através dos sentidos. Essa afirmação é importante até os dias atuais, como visto em várias seções anteriormente. O aluno não poderá entender a Lei Geral dos Gases se nunca observou a diferença entre os três estados físicos encontrados seu redor. Devem-se apresentar as três formas de agregação

¹⁵ “A palavra *didática* foi empregada pela primeira vez, com sentido de ensinar, em 1629, por Ratke, em seu livro, ‘Aphorisma Didactici Precipui’ ou ‘Principais Aforismas Didáticos’”. In: NÉRICI, I. G. Didática: Uma Introdução. 2ª Edição. São Paulo. Editora Atlas. 1993.

¹⁶ Comenius terminou de escrever sua obra “Didática Magna” em 1632, porém optou-se em citar o ano da publicação da edição brasileira consultada para a elaboração desta dissertação.

facilmente encontradas na natureza e incentivar sua observação, depois, questionar suas diferenças e graças às imagens, usando novamente a estimulação dos sentidos, pode ser construído em conjunto com os alunos um modelo que explique essas diferenças. As imagens utilizadas podem ser inicialmente feitas no quadro-de-giz e posteriormente apresentadas outras produzidas através de animação gráfica ou outro recurso, podendo até utilizar modelos fabricados na própria sala de aula, como por exemplo, modelos com bolinhas de isopor.

Comenius (1997) deixa bem explícito suas idéias sobre os sentidos, quando afirma: “O conhecimento tem sempre início necessariamente nos sentidos (pois nada há no intelecto que não tenha passado antes pelos sentidos) (...) Em segundo lugar, a verdade e a certeza da ciência não derivam senão do testemunho dos sentidos. As coisas, primeiro e imediatamente, imprimem-se nos sentidos, para depois, graças aos sentidos, se imprimirem no intelecto (...) Como os sentidos são fiéis colaboradores da memória, aquele que chega ao saber graças à demonstração sensível sabe para sempre”. A demonstração citada por Comenius pode ser estendida para práticas experimentais e assim percebemos, novamente, a importância da experimentação no ensino de ciências em geral. Também fica clara, mais uma vez, a importância da utilização das animações em computador, para que seja possível mostrar aos alunos o que seus olhos não vêem naturalmente, graças, muitas vezes, as dimensões dos objetos.

3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste trabalho, realizaram-se, basicamente, três etapas: a produção de filmes didáticos de curta-metragem (FDCM), aplicação dos filmes, avaliação da aprendizagem dos alunos e avaliação do seu uso didático.

No início do trabalho era objetivo produzir apenas um filme, porém durante a escolha do tema a ser abordado, decidiu-se produzir dois filmes, sendo o primeiro, sobre os estados físicos da matéria, como auxílio na compreensão do tema abordado no segundo, sobre o equilíbrio químico.

3.1 - Produção do Filme Didático de Curta-Metragem

A produção do FDCM seguiu-se as etapas semelhantes às sugeridas por Rohling et al (2002)¹⁷ e indicadas abaixo:

- 1) Escolha do tema
- 2) Elaboração do roteiro
- 3) Obtenção das imagens
- 4) Obtenção da narração
- 5) Edição

É possível perceber que a captura de som ocorreu após as obtenções das imagens e isso possibilitou alguns ajustes na narração. Essa modificação foi necessária, pois durante a elaboração das imagens outras idéias surgiram e foi possível modificar a narração de acordo com as novas imagens obtidas. Se o filme fosse de projeção externa¹⁸ essas modificações dificilmente seriam introduzidas, pois uma produtora, devido ao caráter comercial, seguiria o roteiro sem possibilitar muitas modificações. Modificações de última hora constituem uma vantagem dos vídeos de trabalho de uso interno, pois durante sua produção o professor, ou a equipe, pode realizar adaptações com o intuito de melhorar o conteúdo didático-visual da obra. Outro motivo que contribuiu para essa modificação nas etapas será abordado quando a captura de som for detalhada.

Rohling et al (2002) também sugere a produção de uma abertura e da utilização de uma trilha sonora, porém estes recursos não foram utilizados nos dois

¹⁷ q.v. seção 2.5.3, p. 43.

¹⁸ q.v. seção 2.5.3, p. 43.

FDCM produzidos. Como nos preocupamos mais com o conteúdo didático-visual da obra, não houve tempo para a criação de uma abertura e da trilha sonora antes da aplicação aos alunos, porém, nada impede que estes recursos sejam adicionados para posterior utilização dos filmes produzidos.

3.1.1 - Escolha do Tema

Dente vários temas possíveis para serem explorados em um FDCM escolheu-se o “equilíbrio químico”, um assunto muito rico, porque se relaciona com diversos outros temas importantes no estudo dessa ciência, como por exemplo, modelos atômicos, reações químicas, reversibilidade das reações, cinética e etc. (Machado e Aragão, 1996).

O equilíbrio possui grande importância na indústria química o que pode ser abordado em sala de aula como motivação aos alunos ou como ilustração do valor do conhecimento químico. Vale lembrar que o processo industrial da obtenção da amônia (NH_3), essencial na produção de fertilizante, foi melhorado a partir de conceitos de equilíbrio químico; tal processo é conhecido como síntese Haber-Bosh. Este processo foi essencial à Alemanha durante a primeira Guerra Mundial (1914-1918), porque possibilitou a produção de amônia, útil, também, na manufatura de explosivos, mesmo com o embargo que impediu o país a importar o salitre necessário a este fim (Feltre, 2004).

É possível perceber a riqueza deste tema e o professor pode tratar dele de diversas formas, como por exemplo, descrever o contexto histórico da Primeira Guerra, além de expor a importância do salitre na obtenção de fertilizantes e também de explosivos. Assim, e utilizando também a aprendizagem por descoberta defendida por Brunner, os alunos perceberão a importância de uma maneira de obtenção de um composto com nitrogênio a partir da atmosfera.

O equilíbrio químico tem dois aspectos fundamentais: a abordagem quantitativa, com cálculos da constante de equilíbrio e previsões de deslocamento do equilíbrio; e a abordagem qualitativa, que se relaciona principalmente com a compreensão dos conceitos no nível atômico-molecular.

Segundo Machado e Aragão (1996), a abordagem encontrada em livros didáticos e observada em sala de aula enfatiza o aspecto quantitativo; as autoras também citam: “A mera execução mecânica de cálculos, sem o estabelecimento de relação com os aspectos observáveis e mensuráveis, bem como

com aqueles aspectos relacionados aos modelos para a constituição das substâncias, dificulta e, em alguns casos, pode impossibilitar a compreensão dos aspectos fundamentais do conhecimento sobre o estado de equilíbrio químico”. Deste modo, a compreensão no nível atômico-molecular é importante para a compreensão do tema equilíbrio químico e necessita ser mais explorado e trabalhado em sala de aula.

Com o tema já escolhido, o equilíbrio químico, optou-se pela abordagem qualitativa ao invés da abordagem quantitativa. A escolha ocorreu porque esta última é tratada com maior frequência por livros didáticos. Porém, abordar o equilíbrio químico de uma forma direta em um filme pode ser um salto grande para alguns alunos; optou-se então em trabalhar com esse tema através de dois filmes. O primeiro abordaria o tema estados físicos da matéria, para que os alunos pudessem visualizar e compreender melhor a idéia de átomos, na concepção de Dalton, e a idéia de reações químicas, ambos de muita importância no desenvolvimento do filme seguinte. O segundo filme, finalmente, trataria do equilíbrio químico, tanto em reações químicas quanto em processos físicos. Em reações químicas explorou-se a decomposição térmica do carbonato de cálcio (CaCO_3) e em processos físicos explorou-se o equilíbrio presente entre água líquida e gasosa, ambos os casos em sistema fechado.

3.1.2 - Elaboração do roteiro

O roteiro, utilizado neste trabalho, consiste de um documento em várias páginas, cada uma delas relacionada a apenas uma cena do filme; na página é encontrada a descrição do quadro, imagem a ser observada na tela após o filme pronto, a narração por escrito e, quando necessária alguma informação técnica. No apêndice encontra-se o roteiro utilizado para a realização do filme “Estados Físicos da Matéria”. Convencionou-se que cada página representa uma cena de 30 segundos, caso o tempo dela fosse diferente, deveriam ser feitas essa observação. A produção deste roteiro é muito importante nas etapas de obtenção de imagens, obtenção da narração e principalmente na edição.

Nos roteiros encontrados nos meios audiovisuais é muito comum encontrar desenhos (esboço) em conjunto com a descrição da cena; embora esses esboços sejam muitos úteis, eles não foram utilizados neste trabalho.

3.1.3 - Produção das Imagens e Captura da Narração

Uma câmera fotográfica convencional possui uma definição de 18 megapixels¹⁹, enquanto que uma câmera digital profissional possui 9 megapixels. (Oliveira, 2005). Uma diferença de qualidade também é observada em câmeras utilizadas em filmagens.

Apesar das câmeras analógicas possuírem uma melhor definição de imagem do que uma digital, estas são mais fáceis de manipular, quando comparadas com as analógicas, e ainda possuem a vantagem das imagens já estarem em formato digital, o que, neste trabalho, facilitou a etapa de edição.

Muitos profissionais da área audiovisual preferem os equipamentos analógicos, porém para converter uma filmagem analógica em digital é necessária uma placa de captura de imagem e para converter uma foto analógica em digital basta um *scanner*. Mas em ambos os processos de conversão, geralmente, ocorrem redução da qualidade visual, isso porque imagens digitais de alta definição utilizam muita memória dos computadores. Porém, os filmes produzidos nesse trabalho foram apresentados em uma televisão e esta tem uma resolução baixa, apenas 640 x 480 pixel, o que equivale a, aproximadamente, 0,3 megapixels. Assim, se o FDCM produzido for para apresentação em televisão não necessita de resolução alta. Essa informação é importante para futuras produções de filmes didáticos, principalmente porque, a resolução das imagens digitais utilizadas nas simulações conceituais interfere no tempo de produção da mesma. Assim, quanto maior a resolução, maior o tempo de produção da imagem e também o tempo gasta na etapa de edição realizada em computador.

a) Simulações Conceituais

Na obtenção das simulações conceituais foram utilizados programas de computação gráfica específicos para essa função. Para criar alguns modelos, foi utilizado o programa AutoCAD 2000 e para criar todas as simulações foi utilizado o

¹⁹ Megapixel é a unidade utilizada para indicar a qualidade visual de uma imagem. Esse valor é obtido multiplicando quantos pontos a figura tem de largura por quantos pontos ela possui de altura; assim uma figura com dimensão 2.048 x 1.536 possui aproximadamente 3.1 megapixels de resolução.

3DStudio Max 4. O primeiro desses programas foi muito útil na criação das representações dos cristais de gelo e do carbonato de cálcio.

Nas figuras seguintes temos a interface com esses programas; na primeira figura está a representação do cristal de gelo utilizada no filme sobre os estados físicos da matéria e na segunda está a representação do cristal de carbonato de cálcio utilizada no filme sobre equilíbrio químico.

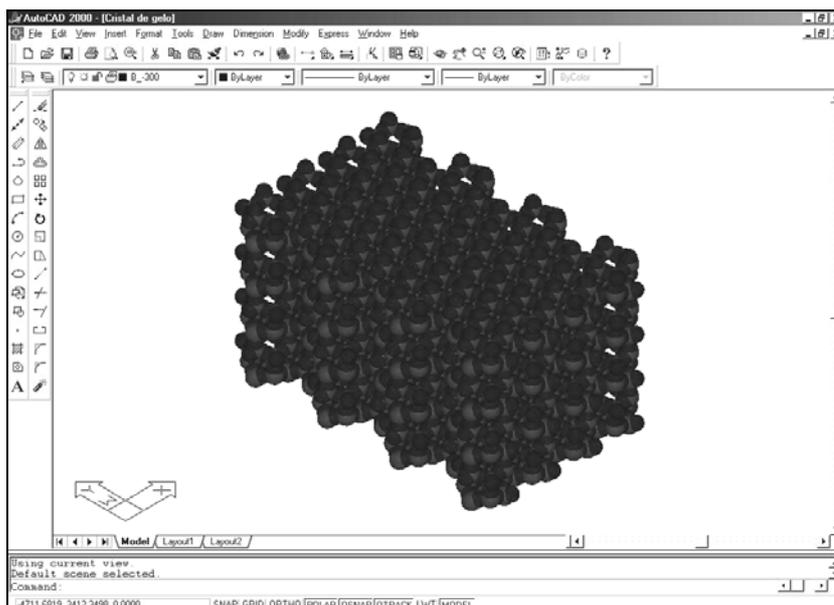


FIGURA 3.1 – Visualização da interface com o programa AutoCAD 2000 com a representação de um cristal de gelo. Neste modelo, há 1.200 moléculas de água sendo representadas.

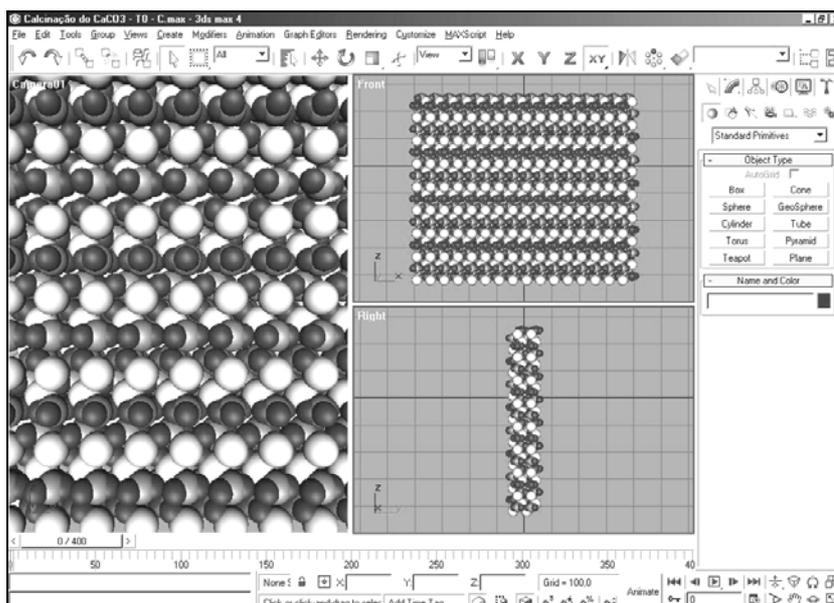


FIGURA 3.2 – Visualização da interface como o programa 3DStudio Max 4 com a representação de um cristal de carbonato de cálcio. Na figura, o cristal está sendo observado em três posições diferentes. Neste modelo, há 3.840 átomos sendo representados.

A água em condições ambientes apresenta-se principalmente na forma líquida, quando se encontra em estado sólido é possível existir até 13 estruturas cristalinas e 3 formas amórficas. As estruturas cristalinas mais comuns são denominadas de gelo cúbico (Ic) e gelo hexagonal (Ih) ambas com densidade igual a $0,92\text{g/cm}^3$. (Chaplin, 2005)

Em condições iguais a 0°C e 1atm há um equilíbrio entre a água líquida e o gelo hexagonal, por isso ela foi escolhida para representar o gelo sólido nas animações gráficas. A figura seguinte é a representação de três células unitárias do gelo hexagonal e foi obtida através de dados fornecidos por Chaplin (2005).

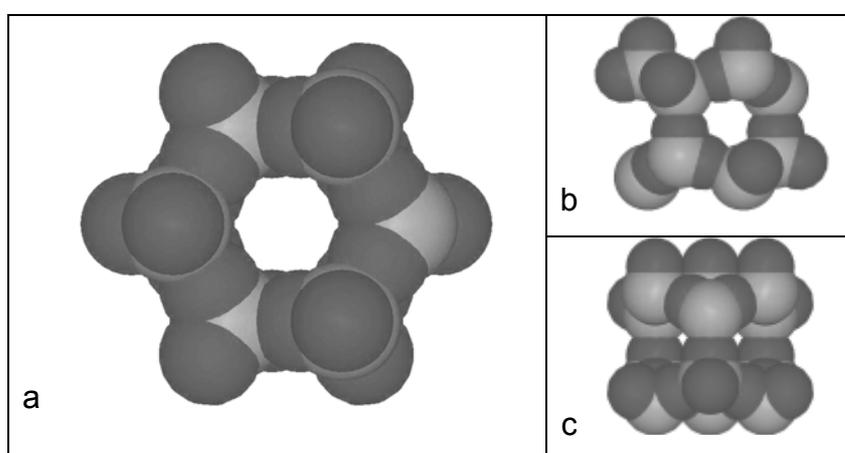


FIGURA 3.3 – Três células unitárias do gelo hexagonal observada por três posições diferentes; as esferas mais escuras representam os átomos de hidrogênio e as mais claras os átomos de oxigênio. Visão superior (a), visual frontal (b) e visão lateral direita (c).

A distância da ligação O-H utilizada foi de 99 pm^{20} (Chaplin, 2005); o ângulo da ligação H-O-H utilizado foi de $104,45^\circ$ (Lee, 1996). Para representar os átomos utilizou-se o raio de van der Waals: 120 pm para o átomo de hidrogênio e 140 pm para o átomo de oxigênio. As medidas estão demonstradas na figura seguinte.

A representação da célula unitária, criada para as animações, apresentava um melhor empacotamento dos átomos, no modelo criado, quando se utilizava o raio de van der Waals no lugar do raio covalente como podemos ver na figura seguinte. Por isso optou-se em utilizar o raio de van der Waals nos modelos criados.

²⁰ Picometro (pm) é igual 10^{-12}m .

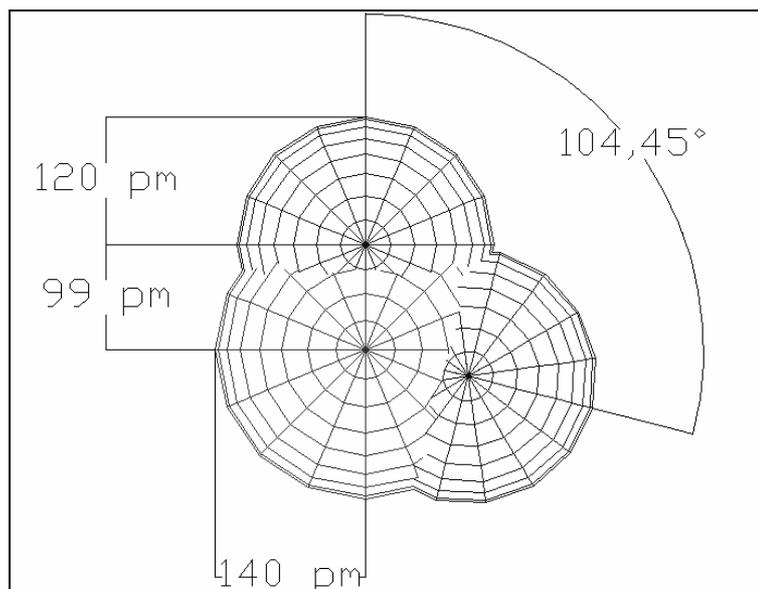


FIGURA 3.4 – Medidas utilizadas na produção da representação da molécula de água.

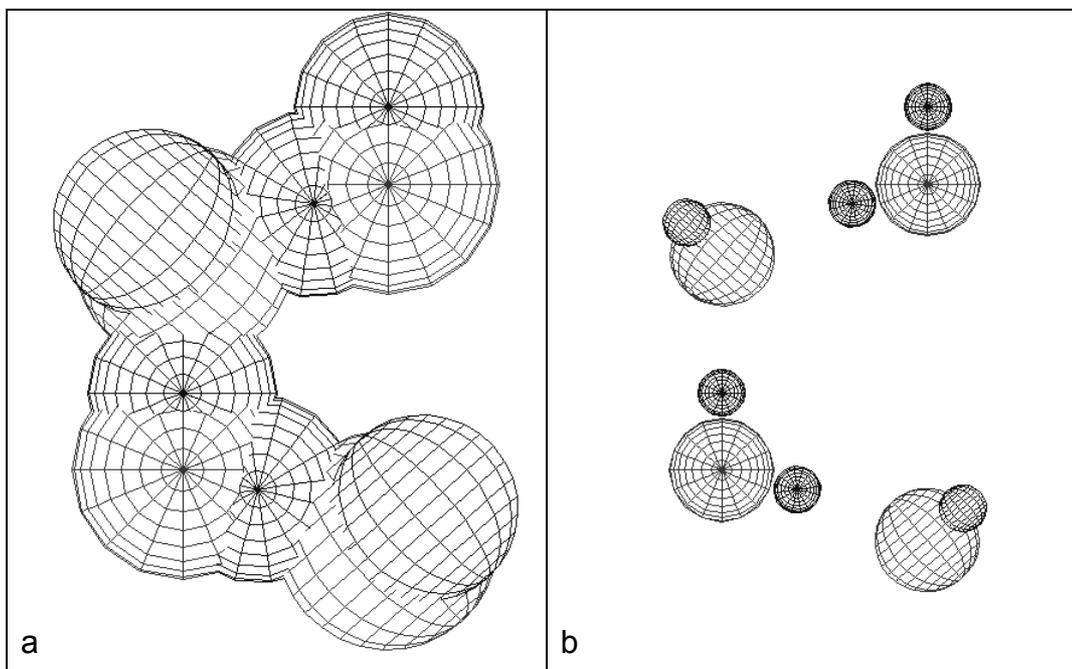


FIGURA 3.5 – Célula unitária do gelo hexagonal. Utilizando o raio de van der Waals (a) e o raio covalente (b).

Também foi necessária a criação da célula unitária do carbonato de cálcio. Para isso utilizou-se de informações fornecidas por Bloss (1971), entre elas a posição dos 30 átomos presentes na célula unitária de uma estrutura cristalina do carbonato de cálcio (calcita). Também se utilizou do raio de van der Waals para esta célula unitária: 185 pm para o átomo de carbono e 140 pm para o átomo de oxigênio, porém para o átomo de cálcio não utilizou o raio iônico (106 pm), preferiu-

se utilizar o raio covalente (197 pm), porque este último apresentou um melhor empacotamento no modelo criado.

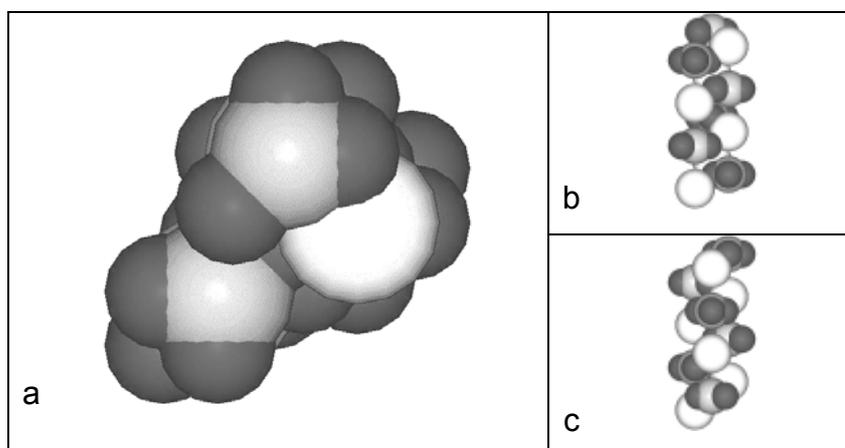


FIGURA 3.6 – Célula unitária do carbonato de cálcio observada por três posições diferentes; as esferas mais claras representam os íons cálcio (II), os átomos de carbono e os átomos de oxigênio (esferas mais escuras) formam os íons carbonatos (CO_3^{2-}). Visão superior (a), visual frontal (b) e visão lateral direita (c).

No estado sólido, as partículas estão mais próximas do que no estado líquido e por isso pode-se imaginar que a densidade de todos os sólidos seja maior do que seus as de seus respectivos líquidos. Porém esse comportamento não é observado para a água — o gelo possui menor densidade do que a água no estado líquido.

Na figura 3.3 é possível observar (dependendo da posição de visualização) espaços hexagonais que justificam a menor densidade do gelo quando comparado com a água no estado líquido. Esse comportamento irregular foi explorado no filme sobre os estados físicos indicando mais uma vez a importância das simulações no ensino de química. Mas, como já afirmado, apenas assistir o filme não garante que o aluno irá compreender o conteúdo, é necessário que o professor explore esse recurso para que ele tenha utilidade no processo de ensino-aprendizagem.

O professor também pode explorar esse comportamento sem o auxílio do vídeo, como por exemplo, através de transparências ou até mesmo tentar representar as estruturas hexagonais na lousa, embora esta última seja uma tarefa que exige muita habilidade com um bastão de giz. É possível perceber que em ambos os modos apresentados acima, um recurso visual é utilizado, não há justificativa para evitar o uso de recursos visuais ou audiovisuais no ensino, pelo contrário, suas utilizações devem ser incentivadas.

As células unitárias apresentadas anteriormente poderiam ser obtidas diretamente através do programa 3DStudio, porém o AutoCAD possui ferramentas que facilitaram essa tarefa e após seu término iniciou-se a criação das animações gráficas. Ambos os programas foram desenvolvidos pela mesma empresa o que possibilita, facilmente, a exportação de arquivos de um programa ao outro.

Utilizou-se muito o recurso de câmeras em movimento, no 3DStudio, enquanto os modelos permaneciam parados. Com isso foi possível que cenas curtas, de 5 a 15 segundos, fossem obtidas de forma que elas poderiam, na edição, ser conectadas umas as outras. Assim, o espectador tem a impressão que se trata de uma animação de 2 minutos, ou mais, embora ela na verdade seja a união de diversas animações menores. Esse recurso, já utilizado em desenhos animados há muito tempo, facilita que longas animações sejam criadas a partir de animações menores. Para isso, é necessário apenas que o quadro final, da animação curta, seja igual ao quadro inicial; isso necessita um tempo extra na manipulação do 3DStudio, mesmo assim, é mais rápido, com esse recurso, obter uma animação de dez segundos e repeti-la doze vezes do que obter uma de dois minutos.

Durante a etapa de produção das animações gráficas, também foram realizados alguns testes para verificar o meio mais eficiente de produzi-los; após a análise dos dados obtidos pelos testes foi decidido que as simulações seriam obtidas com uma resolução de tela igual a 640 x 480 e uma taxa de quadros igual a 20 quadros por segundo (qps).

b) Captura de vídeo

Nesta etapa, foram obtidas as imagens de observações reais, ou seja, aqui não foram utilizados recursos de animação gráfica, mas sim filmagens de objetos e processos através de câmeras fotográficas digitais com recurso de filmagens curtas. As imagens obtidas aqui possuíam uma resolução de 640 x 480 e 25 qps, além de possuírem áudio. Na figura seguinte está o primeiro quadro da gravação realizada para a cena três do primeiro filme²¹.

²¹ q.v. o roteiro apresentado no apêndice.

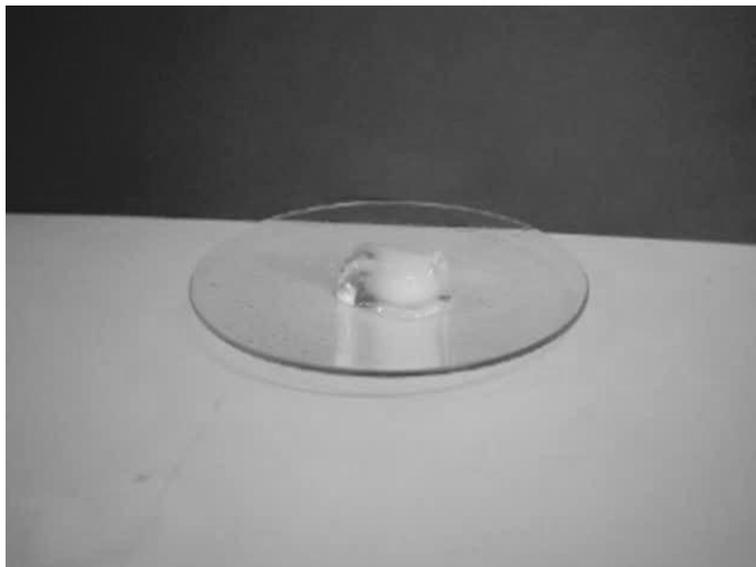


FIGURA 3.7 – Primeiro quadro da gravação de um cubo de gelo em um vidro de relógio.

As gravações foram realizadas no Laboratório de Química Geral. Apesar do equipamento utilizado não ser profissional e da pouca iluminação utilizada no momento das gravações, elas apresentaram um qualidade aceitável que permitiu que esse material fosse utilizado na etapa de edição.

c) Captura de som

A captura de som ocorreu em dois momentos. No primeiro houve a captura da narração com uma placa de som comum, já instalada no computador, e um microfone amador, destes encontrados em qualquer loja de equipamentos de informática. O material obtido nessa etapa ficou com uma qualidade muito baixa, principalmente porque o volume da captura ficou baixo e quando ele foi aumentado, na edição, aumentou-se também o ruído o que para algumas cenas do filme prejudicou a compreensão da narração. Essa narração foi utilizada na primeira aplicação do filme.

No segundo momento de captura de áudio, foi realizado por um estudante do curso de Imagem e Som da Universidade Federal de São Carlos que utilizou um equipamento profissional, cedido pelo Departamento de Artes (DA). As gravações foram realizadas no próprio DA. Graças ao profissional e aos seus equipamentos, a qualidade de som ficou melhor do que na primeira captura de áudio, com ótimo volume e baixíssimo ruído.

Em ambas as gravações, o texto foi fornecido à narradora e o exemplo de narração também pode ser encontrado no roteiro apresentado no apêndice. As gravações do áudio ocorreram em pouco mais de quatro horas. Embora o tempo seja curto, essa etapa exigiu muito da narradora, porque em todos os textos foram necessários, pelo menos, duas gravações, mesmo que o primeiro estivesse bom; essa exigência é necessária para que se tenham opções na etapa de edição, porque as vezes algum erro, na narração, só é percebido durante a edição. Com isso, para não sobrecarregar os narradores de um filme, é aconselhável que se utilize mais de um dia de gravação.

3.1.4 - Edição

Esta é a última etapa de obtenção do filme. Foram reunidas as simulações criadas em computador, as capturas de vídeo com som e as capturas de som. O programa utilizado, Adobe Premiere Pro, permite uma total manipulação dos arquivos de áudio e vídeo, permitindo também que o som do arquivo seja trocado por outro ou que seja feita adição de som a filmes sem áudio.

O programa utilizado tem uma série de ferramentas, inclusive alguns efeitos que permitem a troca gradual de cenas durante o filme, ou seja, uma imagem vai escurecendo, enquanto que a cena seguinte vai surgindo aos poucos, permitindo uma melhor qualidade no arquivo final.

Os filmes obtidos têm 640 x 480 de resolução de tela e 30 quadros por segundo (qps). É possível obter filme com resolução de tela diferente da resolução dos arquivos originais.

O programa de edição também permite a exportação direta para videocassete ou gravador de DVD, mas neste trabalho nenhum desses dois recursos foi utilizado.

O arquivo digital obtido foi depois convertido e exportado simultaneamente através de uma conexão denominada vídeo composto, da placa de vídeo instalada no computador. Essa conexão é recomendada para exportação em fitas de videoteipe, sendo ela mais encontrada em aparelhos de videocassete. Algumas placas utilizam-se conexão de S-vídeo, porém existem cabos próprios para converter um sinal de uma conexão à outra, assim, o sinal de uma saída do tipo S-vídeo pode ser convertida para o sinal de uma entrada de vídeo composto ou vice-versa.

O áudio foi exportado, simultaneamente com o sinal de vídeo, através da saída de som comum, a mesma saída na qual a caixa de som de um computador em conectada, e um cabo de conversão apropriado.



FIGURA 3.8 – Cabos de conexão utilizados para exportar os sinais de áudio e vídeo e a entrada de sinal no videocassete. Cabo para exportar o sinal de vídeo (a), cabo para exportar o sinal de áudio (b) e entradas para conectar os cabos de áudio e vídeo.

3.1.5 - Programas e Equipamentos Utilizados

Em todas as etapas descritas até o momento, foram utilizados diversos programas e equipamentos diferentes. Serão apresentados nas tabelas seguintes todos aqueles que foram utilizados neste trabalho, em relação com a obtenção das imagens.

TABELA 3.1 – Equipamentos utilizados na produção de um filme didático de curta-metragem (em CD) e posterior exportação à uma fita cassete (VHS).

Equipamentos	Descrição	Observações
Placa Mãe	Asus P4S8X-X	Placa de som onboard
Placa AGP	Radeon 9200 (128 DDR)	Fabricada pela ATI e com 64 bits de interface de memória
Processador	Intel Celeron (2,00 GHz)	—
Memória RAM	256 MB DDR	—
Vídeocassete	LG Cinemaster (7 cabeças + Hi-Fi)	Modelo FC913B
Cabo para exportação de vídeo	—	Conecta a saída TV/VCR da placa do vídeo com o videocassete
Cabo para exportação de áudio	—	Conecta a saída de som do micro, a mesma utilizada para microfone, com o videocassete

TABELA 3.2 – Programas utilizados para criar as animações e editar o filme.

Programas	Função	Observações
AutoCAD 2000	Criação dos modelos utilizados nas animações	Dependendo do modelo não será necessário a utilização deste programa, podendo ser criada diretamente no 3DStudio
3DStudio Max 4	Criação das animações (simulações conceituais)	—
Adobe Premiere Pro	Edição do filme	—

3.2 - Aplicação

Os videoteipes foram aplicados em duas etapas; na primeira eles foram apresentados durante a “II Semana como Químico na UFSCar”, sendo esse um evento organizado pelos alunos do Curso de Licenciatura Noturno da UFSCar. O tema abordado naquela ocasião foi equilíbrio químico, permitindo assim que os filmes didáticos fossem aproveitados nesse evento que objetiva reduzir a “distância” entre os alunos do ensino médio e a universidade e, além disso, permitir que os conceitos de química sejam compreendidos melhor por aqueles. Nessa etapa os alunos de duas escolas, sendo elas: E.E. “Juliano Neto” e E.E. “Gabriel Félix”, foram organizados em duas turmas, uma de 8:00 às 12:00h e outra de 14:00h às 18:00h, que participaram de uma semana de mini-curso, totalizando 20 horas de duração. Durante a inscrição dos alunos eles próprios escolhiam em qual turma desejavam participar. Portanto as turmas eram formadas por alunos das três séries do ensino médio. Ambas as escolas pertencem a Diretoria de Ensino da Região de São Carlos.

Na segunda etapa de aplicação os filmes foram utilizados na escola E.E. “Maria Vera de Siqueira Lombardi”, pertencente à Diretoria de Ensino “Leste 2” do município de São Paulo. Nesse caso, a escola não pode disponibilizar local entre segunda-feira e sexta-feira para aplicar um mini-curso semelhante ao descrito anteriormente, restando apenas os sábados, dia no qual a escola encontrava-se aberta para o projeto “Escola da Família”. Por fim, os alunos foram divididos em três turmas: turma 1, 2 e 3, respectivamente para alunos das 1^a, 2^a e 3^a séries do ensino médio. O horário do curso era das de 09:30 às 11:00h, totalizando quatro horas e meia de duração por turma. Devido ao curto espaço de tempo, quando comparado ao mini-curso da primeira etapa, houve a necessidade de adequação dos tópicos apresentados. A seguir, serão descritas cada uma das etapas separadamente.

3.2.1 - Descrição da Primeira Etapa

Durante o mini-curso na UFSCar foram realizadas algumas demonstrações, pelos alunos do Curso de Licenciatura, e realizadas práticas experimentais pelos alunos do Ensino Médio. Aplicaram-se também questionários, um inicial e outro final, para verificar a aprendizagem do conteúdo abordado. Em cada dia de curso foram abordados um ou dois temas relacionados ao equilíbrio químico ou que serviria de pré-requisito ao mesmo, conforme a tabela 3.3.

TABELA 3.3 – Distribuição dos temas abordados durante a primeira aplicação, realizada na II Semana como Químicos na UFSCar.

Dia	Tema	Observação
1º	Estados Físicos	Propriedades macroscópicas e sub-microscópicas
	Reações Químicas	Transformações físicas (definição e exemplos) e transformações químicas (definição, exemplos e indícios)
2º	Cinética	Definição, exemplos e fatores que alteram a rapidez de uma reação química
3º	Cinética	Teoria das colisões, choques efetivos e não-efetivos
	Equilíbrio Químico	Definição e exemplos
4º	Equilíbrio Químico	Aspectos Qualitativos
5º	Equilíbrio Químico	Aspectos Quantitativos

O questionário inicial foi aplicado como primeira atividade no mini-curso e o primeiro filme foi apresentado no final das primeiras quatro horas do mini-curso. O último filme foi apresentado no fim do último dia de atividade seguido da aplicação do questionário final. Esse mesmo procedimento foi aplicado tanto na turma da manhã quanto na turma da tarde.

3.2.2 - Descrição da Segunda Etapa

A escola de São Paulo conseguiu disponibilizar apenas uma hora e meia de atividades por sábado. Optou-se em aplicar o mini-curso em três sábados seguidos, por turma, para que o mesmo não fosse estendido por um longo período. Assim foi necessário retirar alguns temas, além de reduzir o tempo de aula por tema e retirar os experimentos realizados pelos alunos, manteve-se apenas os experimentos utilizados como demonstração.

TABELA 3.4 – Distribuição dos temas abordados durante a segunda aplicação, realizada na E.E. “Maria Vera de Siqueira Lombardi”.

Dia	Tema	Observação
1º	Estados Físicos	Propriedades macroscópicas e sub-microscópicas
	Reações Químicas	Transformações físicas (definição e exemplos) e transformações químicas (definição, exemplos e indícios)
2º	Cinética	Definição, exemplos e teoria das colisões
	Equilíbrio Químico	Definição e exemplos
3º	Equilíbrio Químico	Aspectos Qualitativos

O questionário inicial foi aplicado como primeira atividade no mini-curso e o primeiro filme foi apresentado no final do primeiro dia. O último filme foi apresentado no fim do último dia de atividade e encerrado com o questionário final. Esse mesmo procedimento foi aplicado nas três turmas.

Nesta segunda etapa ocorreu uma evasão muito grande de alunos e a turma 3 foi muito prejudicada por problemas de comunicação que discutiremos no próximo capítulo.

Nas tabelas 3.5 e 3.6 estão apresentados quantos alunos participaram na primeira e na segunda etapa e quantos tiveram os questionários analisados.

TABELA 3.5 – Número total de participantes e questionários analisados na 1ª Etapa de aplicação.

Etapa	Escola	Turma	Total de alunos	Questionários utilizados
1	E.E. “Juliano Neto” e E.E. “Gabriel Félix”	Manhã	25	21
		Tarde	12	11
Total	—	—	37	32

TABELA 3.6 – Número total de participantes, questionários analisados e evasão na 2ª Etapa de aplicação.

Etapa	Escola	Turma	Total de alunos	Questionários utilizados
2	E.E. “Maria Vera de Siqueira Lombardi”	1	32	11
		2	18	6
		3	2	0
Total	—	—	52	17

3.3 - Avaliação da Aprendizagem

Para não causar impressão desagradável aos alunos com um questionário muito extenso como primeira atividade dos mini-cursos, aplicou-se um questionário sucinto e por isso o questionário inicial não abordava conceitos sobre reações químicas e equilíbrio químico. Porém, percebeu-se depois que essas questões eram importante para comparar com o questionário final, esse erro foi corrigido para a segunda etapa e nesta última etapa o questionário final foi igual ao inicial. Assim, na segunda etapa o questionário foi aplicado ampliado para tratar dos principais temas dos filmes: estados físicos da matéria e suas características macroscópicas e sub-microscópicas, reações químicas e conceitos sobre o equilíbrio químico. A figura 3.9 apresenta o questionário aplicado na segunda etapa, esse mesmo questionário foi aplicado no início e no final do mini-curso.

Nome: _____	
_____ Ano do Ensino Médio	Turma: _____
<p>Este questionário faz parte de um projeto de mestrado realizado na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Este servirá apenas para uma avaliação de dois vídeos didáticos produzidos no Laboratório de Ensino-Aprendizagem de Química (LENAQ).</p> <p>Instruções:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Responda a cada questão com muita atenção e paciência. • O questionário não será usado para avaliar a escola, seus professores ou você. • Pedese que você não recorra à ajuda de nenhum colega e que você mesmo não ajude ninguém na resolução do questionário. Caso você seja ajudado(a) ou ajude alguém, as conclusões obtidas por este questionário não serão verdadeiras. • Seu nome não será divulgado. <p>Obrigado desde já por sua colaboração.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Quando você escuta falar de estados físicos, o que vem a sua cabeça? 2) Descreva com suas palavras as características da forma e o do volume de um sólido. 3) Como você descreveria as partículas de um líquido? 4) O que você entende por reação química? 5) O que você entende por equilíbrio químico? 6) Qual a sua idade? 7) Você sempre estudou em escola pública? <ol style="list-style-type: none"> a) () Sim. b) () Não.

FIGURA 3.9 – Questionário inicial e final aplicado na E.E. “Maria Vera de Siqueira Lombardi”, semelhante ao aplicado na “II Semana como Químicos na UFSCar.”

Na segunda etapa, durante o questionário final, pediu-se aos alunos que escrevessem no verso da folha sua opinião sobre o mini-curso, manifestando pelo menos um aspecto negativo e um aspecto positivo percebidos pelo aluno.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos por meio dos questionários, inicial e final, respondidos pelos alunos e observações importantes destacadas por alguns alunos.

Foram considerados apenas os questionários dos alunos que participaram de todas as aulas do mini-cursos. Assim, alunos que perderam uma ou mais aulas não tiveram seus questionários considerados, para que não fosse prejudicada a análise dos resultados.

Na segunda etapa é necessário fazer algumas observações. Ocorreu uma grande evasão nas turmas 1 e 2, por isso houve uma grande redução na quantidade de questionários analisados nessas turmas. Na turma 3 apenas dois alunos participaram do mini-curso e eles já conheciam, muito bem, o tema abordado, por isso seus questionários não foram utilizados.

Para a análise dos questionários, as respostas completas e corretas foram classificadas como: resposta plenamente satisfatória (PS); respostas incompletas ou que apresentava alguma afirmação errada foram consideradas: resposta satisfatória (S); as demais respostas ou respostas em branco foram classificadas como: resposta não-satisfatória (NS).

Exemplo de uma resposta plenamente satisfatória: quando o aluno foi questionado sobre o que ele entende por reação química o mesmo registrou a seguinte resposta: “Reação química é quando uma ou mais substâncias gera uma substância diferente”. Embora, em uma reação química, possa ser obtida mais de uma substância, essa resposta foi considerada correta, uma vez que o aluno respondeu de acordo com o objetivo de uma aula que abordava o fenômeno da transformação da matéria.

Com relação à mesma questão, a resposta: “Quando misturamos dois elementos e eles se reagem originando um outro elemento. Podemos dizer que isso ocorreu uma reação química”, foi considerada satisfatória, pois o aluno percebeu que houve uma transformação, embora tenha utilizado o termo “elemento”, quando possivelmente desejaria utilizar substância química.

De modo semelhante para a mesma questão, a resposta: “Reação Química: É quando o estado sólido esta se reage por uma reação química”, foi considerada não-satisfatória.

A etapa de análise dos questionários deve considerar também tudo o que ocorreu durante as aulas para que se classifiquem corretamente as respostas dos alunos. Assim a segunda resposta exemplificada acima poderia ser considerada não satisfatória, pois confundir elemento com substância não ocorreria se o conhecimento fosse realmente apropriado pelo aluno. No entanto, essa classificação depende muito de quem está avaliando o questionário. Uma forma de reduzir essa subjetividade é classificar as respostas em duas classes: certo e errado, porém esse critério mais fechado não foi considerado, porque algumas vezes, em função de uma palavra colocada no local errado, poderia ser considerada totalmente errada, mesmo que o aluno tenha demonstrado que compreendeu a parte principal da questão. Desta forma, foram também consideradas as dificuldades de expressão dos alunos.

Redigir as questões de forma a reduzir ao máximo a ambigüidade é outra maneira de evitar problemas na interpretação das respostas dos alunos.

4.1 - Primeira Etapa — II Semana como Químico na UFSCar

As figuras 4.1 e 4.2 e a tabela 4.1 apresentam a avaliação dos questionários, inicial e final, durante a primeira etapa de aplicação dos filmes produzidos. A melhor resposta que poderíamos esperar é o acréscimo das respostas plenamente satisfatórias e a redução das respostas satisfatórias e não-satisfatórias. Esse comportamento é observado em ambos os gráficos indicando que o mini-curso com a utilização dos filmes permitiu um bom resultado, na opinião dos alunos.

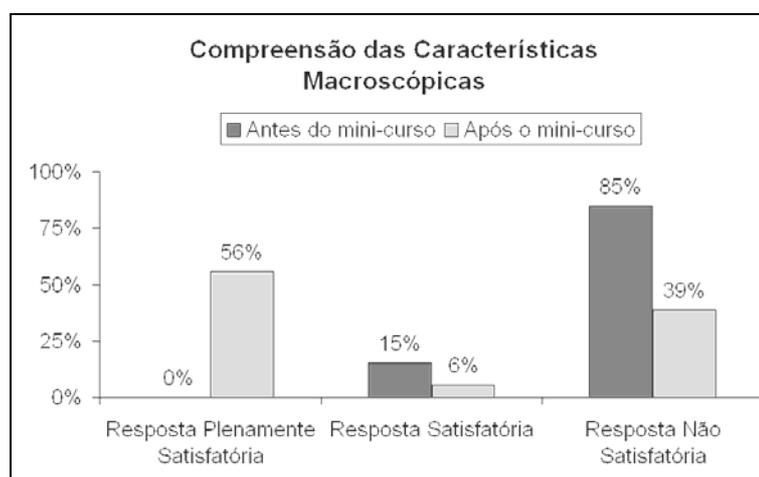


FIGURA 4.1 – Avaliação das respostas dos alunos no questionário inicial e final, em relação às características macroscópicas na primeira etapa de aplicação.

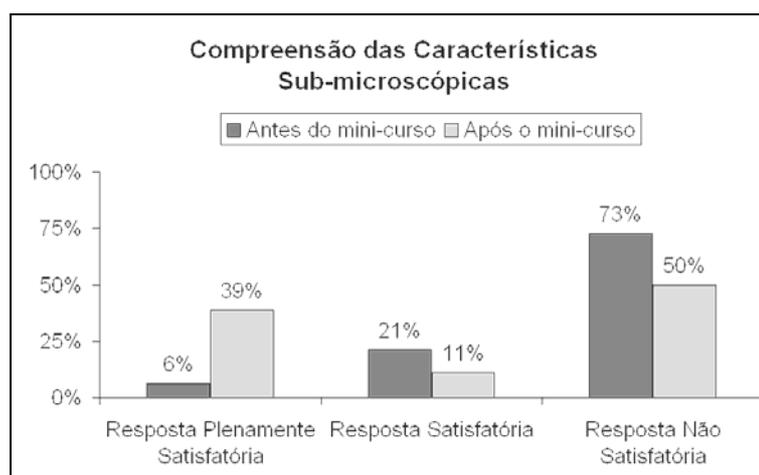


FIGURA 4.2 – Avaliação das respostas dos alunos no questionário inicial e final em relação às características sub-microscópicas na primeira etapa de aplicação.

Lembramos que nessa primeira etapa, o questionário inicial não abordava os conceitos sobre reações químicas e equilíbrio químico, por isso, não foi possível comparar os resultados de antes e depois do mini-curso. Porém na tabela 4.1 estão apresentados os resultados obtidos na avaliação do questionário final. Esta tabela será útil para uma comparação com os resultados da segunda etapa de apresentação.

TABELA 4.1 – Avaliação das respostas dos alunos no questionário final em relação a caracterização das reações químicas e equilíbrio químico na primeira etapa de aplicação.

Caracterização	Respostas Plenamente Satisfatória	Respostas Satisfatórias	Respostas Não-satisfatórias
Reações Químicas	22%	39%	39%
Equilíbrio Químico	16%	53%	31%

É importante lembrar que não houve evasão nessa etapa de aplicação. Ao contrário, houve alunos que não participaram no primeiro dia de mini-curso e que compareceram nos outros dias. Porém foi considerado apenas o questionário dos que participaram durante todo o mini-curso.

4.2 - Segunda Etapa — E.E. “Maria Vera de Siqueira Lombardi”

Os quatro gráficos seguintes apresentam a avaliação dos questionários, inicial e final, durante a segunda etapa de aplicação. O perfil observado nos dois gráficos seguintes não é satisfatório quando comparado aos dois anteriores. Na figura 4.3 é possível perceber um aumento significativo das respostas plenamente satisfatórias e uma redução nas respostas satisfatórias, como esperado. Porém houve um acréscimo de 33% nas respostas não-satisfatórias, o que representa um crescimento de um terço dos alunos. Na figura 4.4 é possível observar que praticamente não houve melhora em relação às características sub-microscópicas, que era o principal objetivo dos filmes, isto é, facilitar a compreensão do comportamento atômico-molecular que ocorre nos processos químicos.

Aplicaram-se os mesmos filmes dos cursos anteriores, porém, as modificações entre a primeira aplicação e a segunda foram diversas, causadas pela necessidade de redução no tempo de duração do mini-curso, de vinte horas na primeira etapa, para quatro horas e meia na segunda etapa. Ocorreu, portanto, uma redução maior do que 75% na abordagem dos temas. Mas é importante lembrar que a aplicação do filme foi muito prejudicada, não houve tempo suficiente para trabalhar de forma apropriada o conteúdo e foi retirada parte do tema de cinética química, tema este muito importante no estudo do equilíbrio químico. Outra diferença entre as duas aplicações foi a redução da quantidade de atividades experimentais que como já explicado no referencial teórico, propicia uma melhor compreensão dos conceitos de química.

As figuras 4.1 e 4.2 indicam que os filmes apresentados durante os mini-cursos são importantes no processo de ensino-aprendizagem. Porém as figuras 4.3 e 4.4 indicam, claramente, que não são os aspectos principais para que o aluno compreenda um determinado conceito. Pode-se afirmar que não houve uma estruturação adequada na segunda aplicação, infligindo a característica de economia apresentada por Bruner²², ou seja, pode-se ter abordado uma quantidade muito grande de informações o que prejudicou a compreensão do conteúdo.

²² q. v. página 49.

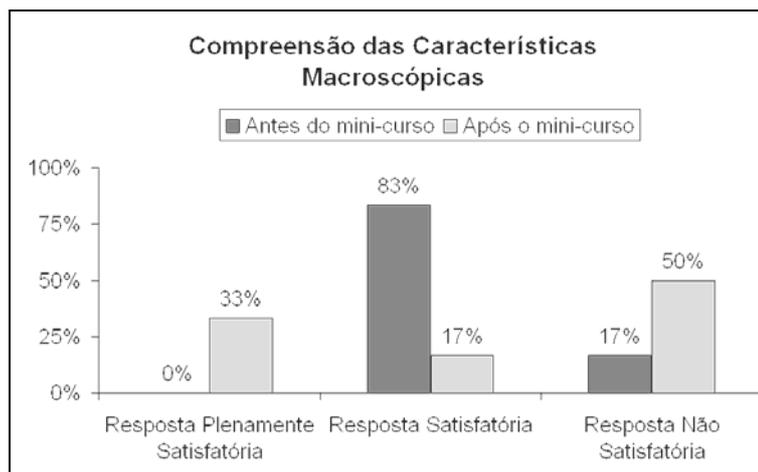


FIGURA 4.3 – Avaliação das respostas dos alunos no questionário inicial e final em relação às características macroscópicas na segunda etapa de aplicação.

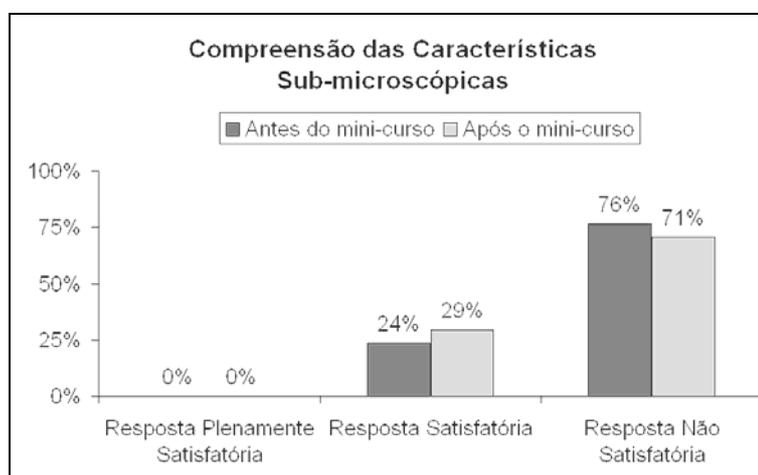


FIGURA 4.4 – Avaliação das respostas dos alunos no questionário inicial e final em relação às características sub-microscópicas na segunda etapa de aplicação.

Apesar do exposto em relação aos conceitos macroscópico e sub-microscópico, houve uma melhor aprendizagem dos conceitos de reação química como pode ser observado na figura seguinte.

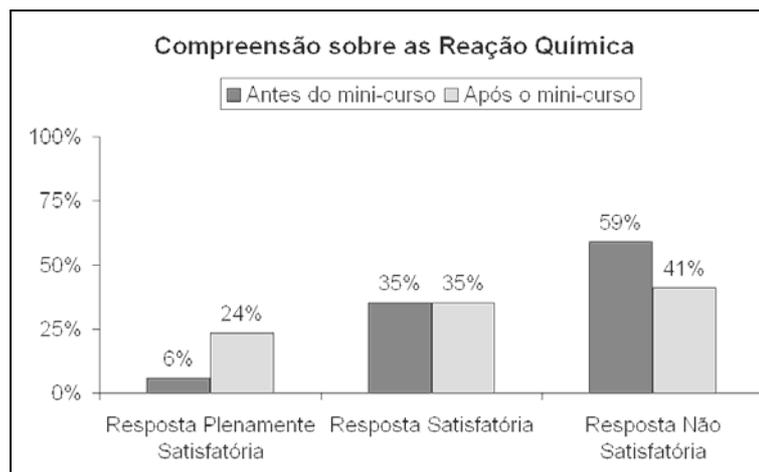


FIGURA 4.5 – Avaliação das respostas dos alunos no questionário inicial e final em relação às características das reações químicas durante a segunda etapa de aplicação.

O perfil observado na figura 4.5 é melhor do que o observado nas figuras 4.3 e 4.4, pois se pode perceber um acréscimo de 18% nas respostas plenamente satisfatórias e uma redução de mesmo valor nas respostas não-satisfatórias.

Na figura 4.6 observa-se que houve uma boa compreensão dos conceitos em relação ao conceito de equilíbrio químico, embora o perfil esperado fosse melhor.

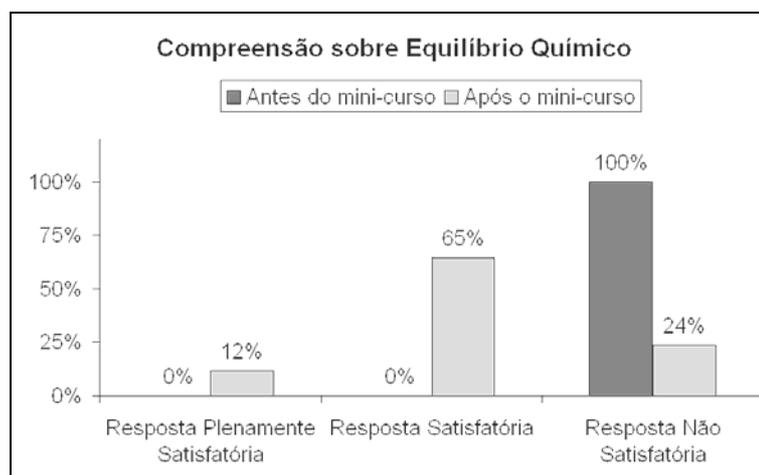


FIGURA 4.6 – Avaliação das respostas dos alunos no questionário inicial e final em relação às características do equilíbrio químico durante a segunda etapa de aplicação.

O perfil observado na avaliação das respostas do questionário final, conforme as 4.5 e 4.6 é semelhante ao perfil observado na tabela 4.1, o que pode

indicar que na primeira etapa houve uma aprendizagem semelhante a segunda em relação aos conceitos de reações químicas e equilíbrio químico.

Nessa segunda etapa de aplicação do mini-curso, inicialmente os alunos foram divididos em três grupos, como já citado, sendo cada grupo relacionado a uma série do ensino médio. Porém esses resultados referem-se apenas aos grupos 1 e 2 dessa aplicação. Durante o mini-curso do grupo 3, composto por alunos da terceira série do ensino médio, houve um erro de comunicação e a data do início do mini-curso foi informada errada aos alunos. Assim, os alunos vieram em um sábado no qual não haveria curso. Segundo o professor que nos auxiliou nos sábados de mini-curso, vieram vários alunos. No primeiro dia de aplicação do curso (na data correta) compareceram apenas dois alunos, depois de 45 minutos de atraso. Esses dois alunos tiveram uma excelente participação e desde o início apresentaram compreensão do conteúdo apresentado, por isso seus questionários não foram utilizados nas análises.

É importante registrar também, o alto índice de evasão que houve na aplicação do mini-curso aos grupos 1 e 2. O grupo 1 começou com 32 alunos e terminou com 11, ou seja, houve uma evasão de mais de 60% da turma! O grupo 2 começou com 18 alunos e terminou com 9, resultando em uma evasão de 50%! Uma hipótese para essa evasão será abordada próxima seção.

O método abordado na aplicação das aulas foi o mesmo entre a primeira e a segunda etapa de aplicação. Desta forma, não foi possível detectar os motivos da evasão, embora tudo indique que os mesmos estão associados a fatores externos a aplicação dos mini-cursos. Alguns fatores podem estar relacionados ao fato de que os alunos tiveram contato com um ambiente novo, por estarem fazendo um mini-curso em uma universidade no período de férias. No segundo grupo os alunos estavam freqüentando (no sábado) a mesma escola que freqüentam de segunda a sexta. Na primeira etapa de apresentação, como já destacado anteriormente, houve uma maior realização de experimentos por parte dos alunos, o que pode ter contribuído para o processo de aprendizagem.

Durante a segunda etapa foram adicionadas algumas questões extras ao questionário final, como já comentado no procedimento metodológico. Isto será tratado a seguir.

4.2.1 - Avaliação dos mini-cursos segundo os alunos

Como nas análises anteriores, consideraram-se apenas os alunos que participaram de todas as aulas.

Todos os alunos que participaram dos três sábados de aplicação do mini-curso afirmaram que aprenderam um pouco mais de química e quatro deles afirmaram também que esse aprendizado realizou-se de forma diferente. Essas respostas foram fornecidas quando se questionou aos alunos o que eles tinham achado do mini-curso.

Na segunda etapa, quando se pediu que enunciassem pontos negativos do mini-curso²³: seis afirmaram que o pouco tempo foi um ponto negativo no mini-curso; outro afirmou que além do pouco tempo houve poucos experimentos; outro afirmou que o método é bom, porém não funciona em salas com 40 alunos, outro afirmou que a falta de interesse dos outros alunos foi um ponto negativo; um afirmou que a não compreendeu algumas teorias e os demais não responderam a questão ou afirmaram que não perceberam nenhum ponto negativo. É importante lembrar que apenas 17 questionários foram analisados na segunda etapa²⁴.

Pediu-se também que enunciassem pontos positivos: todos afirmaram que gostaram; dois afirmaram que as imagens foram pontos positivos, outros dois afirmaram que os experimentos foram pontos positivos e dois últimos afirmaram que a explicação mais as imagens foram importantes.

Os resultados da aplicação dos filmes produzidos, para os alunos participantes dos mini-cursos, são aqui considerados de caráter exploratórios. Embora o tempo despendido na produção dos filmes tenha sido razoavelmente longo, não foi possível conciliar o desenvolvimento da pesquisa com aplicações em aulas regulares do Ensino Médio.

O exercício da função docente permitirá que os filmes de que trata este trabalho possam ser aplicados no Ensino Regular de Química no Nível Médio. Nós pretendemos, nestas futuras oportunidades, proceder com a coleta de dados para que uma avaliação mais criteriosa da função destes filmes, no processo de aprendizagem, possa ser realizada.

²³ q. v. último parágrafo na seção 3.3. p. 71.

²⁴ q.v. tabela 3.6 p. 70.

5 - CONCLUSÕES

Com as facilidades oferecidas pela informática é possível produzir filmes didáticos que servirão de apoio aos professores na atividade educacional. Os filmes são muito versáteis e podem servir como fator de motivação para aprendizagem de conceitos ou de ilustração e até de reforço. Esta última aplicação, baseada nas posições defendidas pelos psicólogos que estudam o comportamento — os behavioristas — sendo Skinner um dos mais importantes, necessita ser melhor explorada.

Porém, apenas esse material, o filme didático, não proporciona uma melhor aprendizagem e isso pode ser constatado comparando a primeira etapa de aplicação do mini-curso com a segunda. Para utilizar um filme didático de curta-metragem como reforço, basta apresentá-lo aos alunos logo após uma aula com uma abordagem expositiva ou uma abordagem hipotética. Segundo Bruner, um grande divulgador da aprendizagem por descoberta, esta última abordagem é a mais indicada, principalmente para áreas de ciências naturais, da qual a química faz parte.

Percebemos aqui que se podem utilizar teorias diferentes, e até discordantes nos princípios, para aplicar um mesmo material didático, afinal os pontos defendidos pelos behavioristas são opostos aos defendidos pelos cognitivistas; aqueles defendem, como por exemplo, que o reforço é um dos pontos-chaves para a aprendizagem enquanto que estes, os cognitivistas, defendem que o reforço é importante, mas não o principal. Isto nos remete a uma outra questão — quanto maior conhecimento de uma teoria, melhor resultado para o ensino será proporcionado por ela. Assim os professores deveriam não só acompanhar criticamente a bibliografia, mas também deveriam, principalmente, procurar seus originais²⁵. Caso contrário o professor correrá o risco de não abordar, com profundidade e propriedade, uma proposta pedagógica e assim ficar desacreditado em relação à necessidade de mudança constante de sua prática docente.

Este trabalho, assim como outros relativos a produção e análise de materiais didáticos, pode trazer alguma contribuição para a reflexão por parte de

²⁵ Muitos textos foram encontrados criticando a aprendizagem programada de Skinner, por isso, procurou-se um livro escrito por ele mesmo. Assim podemos compreender melhor as críticas, mas também observar algumas vantagens em relação com aprendizagem programada, entre elas, a importância do reforço como ponto importante ao processo de ensino-aprendizagem.

professores de química. Seria gratificante constatar que os mesmos podem ver um antigo aparelho de videocassete ou um moderno aparelho de DVD como um excelente equipamento de apoio educacional. Principalmente se o professor conseguir realizar seus próprios filmes didáticos. Embora seja uma tarefa mais indicada para uma equipe, nada impede que o mesmo crie seus filmes ou até mesmo auxiliarem os alunos a produzirem.

Com o percorrer do tempo, novos programas e novos equipamentos são desenvolvidos o que facilita cada vez mais projetos como o abordado neste trabalho. Foi possível constatar com este trabalho o grande número de problemas que devem ser contornados para se produzir um filme. Foi possível também tirar uma conclusão mais importante: Qualquer que seja o material didático utilizado, a metodologia empregada pelo professor será sempre mais importante. Neste sentido, mesmo um filme didático com algumas falhas poderia ser utilizado como forma de desenvolver nos alunos o conteúdo abordado e até mesmo uma atitude crítica ou a capacidade de observação e reflexão.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, C. S. G. *Pontos de Psicologia Geral*. 15. Ed. São Paulo: Ática, 1997.

_____. *Pontos de Psicologia Escolar*. 5. Ed. São Paulo: Ática, 2004.

BLOSS, F. D. Crystallographic Concepts, 1971. Disponível em <http://www.soils.umn.edu/academics/classes/soil5311/Lectures/notes/crystallographic_concepts.html>. Último acesso: 05 jan. 2006.

BUREWICZ, A., GULINSKA, H. Videotape Programs in the Chemistry Teacher's Education on the University Level. *Journal of Chemical Education*, v. 67, n.1, p. 56-57, 1990.

CHAPLIN, M. Water Structure and Behavior. Última atualização: 13 dez. 2005. Disponível em: <<http://www.lsbu.ac.uk/water/index.html>>. Último acesso em 05 jan. 2006.

CHAVES, E. O. C. Computadores: Máquinas de Ensinar ou Ferramentas para Aprender, *Em Aberto*, ano 2, n. 17, 1983.

COIMBRA, J. C. P. A Tecnologia da Informação como Elemento de Sustentação da Prática Educacional. *Revista Educação e Ensino – USF*, v.4, n.2, p. 13-25, 1999.

COMENIUS. *Didática Magna*. São Paulo: Martins Fontes, 1997. (obra escrita entre 1628 e 1632, onde 1997 é o ano da edição brasileira consultada).

COSTA, C. *Educação, Imagem e Mídias*. São Paulo: Cortez, 2005. (Coleção: Aprender e Ensinar com Textos, v. 12).

DUAIK, A. E. O Hipertexto na Construção do Ensino. *Revista Educação e Ensino – USF*, v.4, n.2, p.27-40, 1999.

FELTRE, R. *Química 2: Físico-Química*. 6. Ed. São Paulo: Moderna. 2004.

FOLGUERAS-DOMÍNGUEZ, S. *Metodologia e Prática de Ensino de Química*, São Carlos: [s.n.], 1994.

FORTMAN, J. J., BATTINO, R. A Practical and Inexpensive Set of Videotaped Demonstrations. *Journal of Chemical Education*, v.67, n.5, p. 420-421, 1990.

_____. More Inexpensive Videotaped Demonstrations. *Journal of Chemical Education*, v.69, n.4, p. 319-320, 1992.

GLEISER, M. Ciência e Hollywood. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 31 out. 2004. Caderno Mais, p. 18.

JONES, L. L., SMITH, S. G. The Acid Test: Five Years of Multimedia Chemistry. *Technological Horizons In Education Journal*, v.19, n.2, p.21-23, 1991.

LEE, J. D. *Química Inorgânica (não tão) Concisa*. 4. Ed. São Paulo: Edgard Blücher. 2005.

LLITJÓS VIZA, A.; ESTOPÀ MIRÓ, C.; MIRÓ CLÀRIA, A. Elaboración y Utilización de Audiovisuales en la Enseñanza de la Química. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 12 n. 1, p. 57-62. 1994.

MACHADO, A. H.; ARAGÃO, R. M. R. DE. Como os Estudantes Concebem o Estado de Equilíbrio Químico. *Química Nova na Escola*, ano 2, n. 4, p. 18-20, 1996.

MARCONDES FILHO, C. *Televisão: a vida pelo vídeo*. 13. Ed. São Paulo: Moderna, 1996.

MATTAR NETO, J. A. *Metodologia Científica na Era da Informática*. 2. Ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MEDEIROS, A; MEDEIROS, C. F. de. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 24, n. 2, 2002.

MIRANDA, C. E. A. Ver Filmes, Dizer Educação, Olhar Cultura. *Revista de Educação*, v.3, n. 5, p. 14-21, 1998.

MORAN, J. M. O Vídeo na Sala de Aula, *Comunicação & Educação*. n. 2, p. 27-35, 1995.

NÉRICI, I. G. *Didática: Uma Introdução*. 2. Ed. São Paulo: Atlas. 1993.

OLIVEIRA, N. Muito Além do Papel. *Edição Veja Especial: Natal Digital*, São Paulo, nov. 2005. p. 22.

PENCE, H. E. Combining Cooperative Learning and Multimedia, *General Chemistry Education*, v.113, n.3, p.375-378, 1993.

PERAYA, D. As formas de comunicação pedagógica "mediatizada": O socioeducativo e o didático. *Educação & Sociedade*. v. 18, n. 59, p. 298-307, 1997.

RIBEIRO, A. A.; GRECA, I. M. Simulações Computacionais e Ferramentas de Modelização em Educação Química: Uma Revisão de Literatura Publicada. *Química Nova*, vol. 26, no. 4, p. 542-549, 2003.

ROHLING, J. H. et al. Produção de Filmes Didáticos de Curta Metragem e CD-ROMs para o Ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 24. n. 2. p. 168-175, 2002.

ROSA, M. I. F. P. S., ROSA, D. S. Química, Ciências Ambientais e Ensino – Relações que Surgem ao se Tratar de Questões Educacionais. *Revista Educação e Ensino – USF*, v.3, n.2, p.101-110, 1998.

SARTORATO, E. G. *As Percepções dos Professores de Ciências e Biologia, Atuantes em Telessalas, no Uso e no Processo de Leitura de Imagens*. (Dissertação de Mestrado). São Carlos, 2006. (Universidade Federal de São Carlos).

SKINNER, B. F. *Tecnologia do Ensino*. São Paulo: Edusp, 1972.

VALENTE, J. A. Diferentes Usos do Computador na Educação, *Em Aberto*, ano 12, n. 57, p. 3-16, 1993.

VIEIRA, S. L. *Contribuições e Limitações da Informática para a Educação Química*. (Dissertação de Mestrado). Guarapuava, 1997. (UNICAMP & Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná).

APÊNDICES

Roteiro do filme: Estados Físicos da Matéria

<p>Cena 001</p> <p>Filmagem de um Becker com água gelada e uma mão, aos pouco, adicionando cubos de gelo nele.</p>	<p>Narração 001</p> <p>A matéria pode ser encontrada em três estados físicos: sólido, líquido e gasoso.</p> <p>Neste recipiente podemos observar diretamente dois estados físicos. Em seu interior temo água no estado líquido e no estado sólido, o gelo.</p> <p>Podemos constar também a existência de água no estado gasoso, pois uma vez que condensou água nas paredes do recipiente, esta água somente poderia está presente no ar atmosférico e, portanto, na forma gasosa.</p>
<p>Observação 001</p> <p>Tempo 60s.</p> <ul style="list-style-type: none">•A narração inicia-se após a adição do último cubo de gelo.•Gravar aproximadamente 3 min e, após a adição do gelo, acelerar a cena, na edição, para que a condensação da água seja visualizada mais rapidamente.	

<p>Cena 002</p> <p>Simulação de uma molécula de água com movimentos nos eixos x, y e z.</p>	<p>Narração 002</p> <p>A água, como muitas substâncias, é formadas por moléculas e as moléculas são formadas por átomos. A molécula de água é formada por três átomos: um átomo de oxigênio (representado pela esfera vermelha) e dois átomos de hidrogênio (representado pelas esferas claras).</p> <p>Uma molécula de água é extremamente pequena, estas imagens são apenas simulações feitas por computador.</p>
<p>Observação 002</p>	

<p>Cena 003</p> <p>Filmagem de um vidro de relógio contendo um cubo de gelo.</p>	<p>Narração 003</p> <p>Observe a forma deste cubo de gelo. Embora ela se mantenha a inalterada, sua temperatura esta subindo, pois este cubo de gelo está retirando calor do ar e do objeto no qual está em contato. No entanto, não observamos nenhuma mudança em sua forma, até que, como sabemos, se o deixamos aí ele se fundirá e toda a sua água estará em breve no estado líquido. Isto pode ser explicado como veremos a seguir.</p>
<p>Observação 003</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 004</p> <p>Animação de um pequeno monocristal de gelo em closed com temperatura de T_0. Mostrando apenas um lado do monocristal, de forma a não ser visualizada os arranjos hexagonais do gelo.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 004</p> <p>Aqui temos a representação de um pequeníssimo pedaço de gelo, observe como as moléculas de água estão extremamente organizadas, esta é uma característica dos cristais sólidos e a forma como as moléculas ou átomos se organizam é chamada de estrutura cristalina. Além disso podemos observar que neste caso as moléculas de água estão muito próximas umas das outras.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 004</p> <p>$T_0 = -273^\circ\text{C}$ Esta animação terá 30s, sendo necessário terminar a animação sem os espaços entre as moléculas.</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 005</p> <p>Continuando a animação anterior temos uma aproximação da câmera utilizada na animação. O sólido permanece em T_0.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 005</p> <p>As moléculas de água representadas aqui estão fixas e sem nenhuma vibração, isto só é possível caso o sólido esteja em temperatura de zero grau absoluto que equivale a aproximadamente menos 273 graus Celsius, ou seja, 273 graus abaixo de zero.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 005</p> <p>$T_0 = -273^\circ\text{C}$ Esta animação terá 15s.</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 006</p> <p>A temperatura do sólido passa a ser T_1.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 006</p> <p>Podemos aumentar a temperatura do gelo para uma temperatura qualquer, como por exemplo cem graus Celsius abaixo de zero. Observamos que as moléculas de água permanecem fixas em seus lugares porém começam a ter uma pequena vibração.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 006</p> <p>$T_1 = -100^\circ\text{C}$ Esta animação terá 15s.</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 007</p> <p>O sólido aumenta a temperatura para T_2.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 007</p> <p>Quanto maior a temperatura do gelo maior será a vibração das moléculas de água que o formam.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 007</p> <p>$T_2 = -50^\circ\text{C}$ Esta animação terá 15s.</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 008</p> <p>O sólido aumenta a temperatura para T_3.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 008</p> <p>A temperatura também interfere no estado líquido como veremos a seguir.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 008</p> <p>$T_3 = -10^\circ\text{C}$ Esta animação terá 15s.</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 009</p> <p>Filmagem de dois copos de formatos diferentes, um deles contendo água e o outro vazio.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 009</p> <p>Todos os líquidos possuem volume constante, quando não alteramos a temperatura e a pressão na qual ele está submetido, embora eles não possuam forma constante. (intervalo de 10s) A água líquida sempre tem a forma do recipiente que a contém.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 009</p> <p>Durante o intervalo de 10 segundos, indicado ao lado, uma mão despeja a água de um copo ao outro.</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 010</p> <p>Animação de uma pequena porção de água líquida em T_4.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 010</p> <p>Aqui temos a representação de uma pequena porção de água no estado líquido em uma temperatura de dez graus Celsius. Observa-se que não há estrutura cristalina, isto é, as moléculas de água estão desorganizadas. É possível notar também que as moléculas estão mais afastadas umas das outras do que no estado sólido.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 010</p> <p>$T_4 = 10^\circ\text{C}$</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 011</p> <p>Animação de uma pequena porção de água líquida em T_5.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 011</p> <p>Em um líquido, conforme aumenta-se a temperatura, aumenta-se também a energia cinética de suas moléculas, ou seja, suas velocidades. Conseqüentemente o número de choques entre elas também aumenta, o que faz com que a distância entre as mesmas se torne maior.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 011</p> <p>$T_5 = 75^\circ\text{C}$</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 012</p> <p>Filmagem de dois recipientes contendo uma pequena quantidade de água em cada um. Os dois recipientes devem ter volumes diferentes.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 012</p> <p>Nestes dois recipientes temos água no estado gasoso. Isto ocorreu devido ao fato de que ocorreu evaporação da água que estava no estado líquido nestes recipientes. Os gases não possuem nem forma nem volume constantes, eles sempre possuem a forma e o volume do recipiente que o está armazenando.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 012</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 013</p> <p>Animação de água no estado gasoso em T_6.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 013</p> <p>De forma semelhante aos líquidos, os gases não possuem estrutura cristalina. Entretanto as moléculas de um gás diferenciam-se de um líquido pela distância entre seus átomos ou moléculas, conforme já vimos. Em um gás, os átomos ou moléculas podem estar muito afastados uns dos outros e com velocidades altíssimas. E a medida em que a temperatura aumenta, maiores serão a distância entre elas, assim como suas velocidades, desde que isto ocorra com pressão constante, como no ar por exemplo.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 013</p> <p>$T_6 = 125^\circ\text{C}$ Esta cena terá 45 segundos.</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 014</p> <p>Play-back do estado sólido.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 014</p> <p>Observe novamente os três estados físicos. Sólido: Forma e volume constante. (pausa de 10s) Suas partículas permanecem fixas e com vibração. Quanto maior a temperatura maior a vibração.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 014</p> <p>10s de filmagem e 20s de animação. Durante a animação não será mostrado o termômetro. Em toda a cena será mostrada uma legenda com o estado.</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 015</p> <p>Play-back do estado líquido.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 015</p> <p>Líquido: Forma variada e volume constante. (pausa de 10s) Suas partículas estão afastadas e em movimento. Quanto maior a temperatura maiores serão as velocidades e a distância entre elas.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 015</p> <p>10s de filmagem e 20s de animação. Durante a animação não será mostrado o termômetro. Em toda a cena será mostrada uma legenda com o estado.</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 016</p> <p>Play-back do estado gasoso.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 016</p> <p>Sólido: Forma e volume variáveis. (pausa de 10s) Suas moléculas estão muito afastadas e em altíssimas velocidades. Quanto maior a temperatura maiores serão suas velocidades e a distância entre umas e outras.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 016</p> <p>10s de filmagem e 20s de animação. Durante a animação não será mostrado o termômetro. Em toda a cena será mostrada uma legenda com o estado.</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 017</p> <p>Filmagem de um prego e um pedaço de gelo.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 017</p> <p>O ferro encontrado em um prego está no estado sólido e de forma semelhante ao gelo ele possui forma e volume constantes, portanto o ferro que constitui um prego, quando em estado sólido, também deverá ter estrutura cristalina. Veja a seguir uma animação da estrutura cristalina do ferro sólido.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 017</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 018</p> <p>Animação de um micro-cristal de ferro em T_6.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 018</p> <p>Aqui temos representada a estrutura cristalina de uma pequeníssima porção de átomos de ferro no estado sólido. Observe como os átomos de ferro estão próximos uns dos outros e embora vibrem, devido a temperatura, eles permanecem na mesma posição.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 018</p> <p>$T_6 = 75^\circ\text{C}$.</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 019</p> <p>Animação de um micro-cristal de ferro em T_7.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 019</p> <p>De forma semelhante ao gelo, caso a temperatura seja aumentada a vibração de suas partículas também aumentará.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 019</p> <p>$T_7 = 1534^\circ\text{C}$ $T_f = 1535$ $T_e = 2750$ Fe \rightarrow empacotamento cúbico de corpo centrado.</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 020</p> <p>Animação da transição do estado sólido ao estado líquido. 15s no estado sólido, 15s de transição e 15 no estado líquido.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 020</p> <p>Em uma determinada temperatura, a temperatura de ponto de fusão, as vibrações das partículas de um sólido são tão intensas que a estrutura cristalina é destruída. Teremos então todos os átomos de ferro em desordem e em movimento, ou seja, eles passam ao estado líquido.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 020</p> <p>$T_8 = T_f = 1535^\circ\text{C}$ Esta animação terá 45s.</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 021</p> <p>Animação da transição do líquido ao estado gasoso. 15s no estado líquido, 15s de transição e 15 no estado gasoso.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 021</p> <p>Quando os átomos de ferro alcançam a temperatura de ebulição, ou seja 2750 graus Celsius, eles passam do estado líquido ao estado gasoso, aumentando a distância entre si, assim como suas velocidades.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 021</p> <p>$T_8 = T_f = 2750^\circ\text{C}$ Esta animação terá 45s.</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 022</p> <p>Filmagem de um copo contendo água e gelo.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 022</p> <p>Já vimos que as partículas de um sólido estão muito próximas uma das outras, com no sólido as partículas estão mais compactadas é de se imaginar que uma substância no estado sólido terá maior densidade do que no estado líquido. Pensando assim o gelo deveria ser mais denso do que a água e portanto não deveria flutuar, porém não é isso que observamos na natureza. A próxima animação responde a esta pergunta.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 022</p>	

<p style="text-align: center;">Cena 023</p> <p>Animação completa de um monocristal de gelo, agora sim observando os arranjos hexagonais.</p>	<p style="text-align: center;">Narração 023</p> <p>A água quando cristaliza-se, isto é, quando passa para o estado sólido, se organiza formando estruturas hexagonais. Estas estruturas fazem com que o volume ocupado pelas moléculas seja maior e portanto sua densidade se torna menor. Este fato ocorre apenas com a água, assim a água é única substância que quando sólida tem uma menor densidade do que quando líquida.</p>
<p style="text-align: center;">Observação 023</p>	

Observação: Na cena 010 afirma-se que as moléculas de água no estado líquido estão desorganizadas, porém, mesmo no estado líquido as moléculas de água apresentam uma organização, elas podem formar grupamentos, também conhecidos como *clusters*. (Chaplin, 2006).