



Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE CIÊNCIAS

A HISTÓRIA DA BORRACHA NA AMAZÔNIA E A QUÍMICA
ORGÂNICA: PRODUÇÃO DE UM VÍDEO DIDÁTICO-EDUCATIVO
PARA O ENSINO MÉDIO

Péterson Gustavo Paim

Brasília – DF

Setembro

2006



Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE CIÊNCIAS

A HISTÓRIA DA BORRACHA NA AMAZÔNIA E A QUÍMICA
ORGÂNICA: PRODUÇÃO DE UM VÍDEO DIDÁTICO-EDUCATIVO
PARA O ENSINO MÉDIO

Péterson Gustavo Paim

Dissertação realizada sob orientação do Prof. Dr. Gerson de Souza Mól e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Química”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília – DF

Setembro

2006

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, sobretudo, àqueles que se esforçam para estender sua imaginação às lentes ópticas das câmeras de cinema e vídeo, propiciando um novo mundo ao espectador, bem como uma nova maneira de aprender e ensinar, e, especialmente, ao saudoso Afonso Brazza, grande incentivador da sétima arte em Brasília...

AGRADECIMENTOS

Agradeço, especialmente, ao Professor Floriano Pastore Júnior pelo apoio e incentivo na produção do vídeo didático-educativo “A história da borracha na Amazônia e a Química Orgânica”, produto final deste trabalho de Mestrado. Só não agradeço, nestas entrelinhas, ao orientador e à família porque isso seria um clichê! E não precisamos de clichês, mas sim de inovações!

RESUMO

O freqüente uso do vídeo em sala de aula tem exigido, além de mais qualidade quanto à produção do material, maior cautela em sua aplicação. Dentre os vídeos voltados ao ensino de Química, pode-se notar que, na área de Orgânica, há valorização da memorização e pouco é explorado em relação a reações como a de polimerização. O principal objetivo desse trabalho foi produzir um vídeo didático e educativo que enfoque a Química Orgânica, sem priorizar a memorização de fórmulas, destacando a formação de substâncias orgânicas por meio de reações de polimerização. Além disso, foi feita uma revisão de conceitos gerais da Química para servir como introdução ao estudo da Química Orgânica. Dessa maneira, o vídeo "A história da borracha na Amazônia e a Química Orgânica", que atende aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), visa colaborar com o combate à carência de vídeos dessa área, apresentando um trabalho que mostra a realidade da borracha na Amazônia, no Brasil e no mundo, em interdisciplinaridade, principalmente, com História, Geografia, Biologia e Sociologia. Para melhor fundamentar o trabalho, foi realizado um estudo de vídeos produzidos pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ), pela coleção Globo Ciência, pelo Telecurso 2000 e por programas governamentais como a TV Escola, com o intuito de verificar deficiências quanto aos aspectos didáticos e educativos, sobretudo quanto à ótica da Química. Também foi realizada pesquisa bibliográfica referente à metodologia de utilização do vídeo em sala de aula, às reações orgânicas de polimerização, aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), à Lei de Direitos Autorais da Constituição Brasileira, ao histórico de documentários destinados ao ensino e à influência da TV na educação. Assim, foram obtidos subsídios para a confecção do roteiro do vídeo didático que introduz a Química Orgânica a partir da polimerização do isopreno na formação da borracha natural via látex, por meio de imagens gravadas na floresta amazônica. Embora haja manual para utilização do vídeo em sala de aula, sua aplicação não é enfoque do trabalho. Apesar de ainda não termos avaliado o vídeo

sistematicamente, sua utilização tem apresentado bons resultados, especialmente em relação à motivação dos alunos.

Palavras-chaves: Borracha, Amazônia, Química orgânica, Vídeo didático, Ensino médio.

ABSTRACT

The constant use of video in the classroom has demanded more quality in production as well greater care in its utilization. Among the videos dedicated to teaching chemistry, we can see that, in the field of organic chemistry, there is an emphasis on memorization and little is seen in relation to chemical reactions such as polymerization. The main goal of this project was to produce an educative and didactic video that would center its focus on organic chemistry, without prioritizing the memorization of formulas, giving emphasis to the formation of organic substances through reactions of polymerization. Besides that, we also reviewed the chemistry general concepts to serve as an introduction to the study of organic chemistry. In this way the video “ A Historia da Borracha da Amazonia e a Química orgânica” that is in accordance with the guidelines set by the National Curricular Parameters (PCNs), intends to help in the fight against the lack of videos in this area, presenting a work that shows the reality of the rubber industry in Amazonia, in Brazil, and in the world, in interdisciplinarity with History, Geography, Biology, and Sociology. To best fundament the work, was done a study of video produced by the Brazilian Chemical Society (SBQ), the Global Science magazine, the Telecurso 2000, and by governmental programs such as School TV, with the intention of verifying weaknesses in didactical and educational aspects, especially referring to the approach adopted by the field of chemistry. We also carried on a bibliographical research in relation to the methodology for the use of videos in the classroom, the organic reactions of polymerization, the PCNs, the copyright law in the Brazilian Constitution, the archives of documentaries dedicated to teaching and to the influence of TV in education. In this manner, we obtained data for the making of the

script of the didactic video that introduces the organic chemistry originating from the polymerization of the isopropen in the constitution of natural rubber through latex, using images recorded in the Amazon rainforest. Although, there is a manual for the utilization of video in class, its application is not the focus of this work. Despite not having yet systematically analyzed the video, its utilization has had good outcomes, especially in relation to students' motivation.

Key-words: Rubber, Amazon, Organic Chemistry, Didatic video, Education.

SUMÁRIO

RESUMO.....	IV
ABSTRACT	V
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	8
INTRODUÇÃO	9
1 TENDÊNCIAS DO ENSINO DE CIÊNCIAS E DO ENSINO DE QUÍMICA.....	11
2 A UTILIZAÇÃO DE AUDIOVISUAIS NO ENSINO	17
2.1 Audiovisual: Ficção e Documentário	17
2.2 A História dos documentários.....	19
2.3 A produção de vídeos educacionais por alunos	20
2.4 Vídeo Didático e Vídeo Educativo	20
2.5 Como a TV seduz o espectador e como o vídeo pode se aproveitar desses mecanismos.....	24
2.6 Análise de vídeos para o Ensino de Química.....	31
3 POR QUE PRODUZIR UM VÍDEO DE QUÍMICA?	59
4 CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO E USO DE VÍDEOS DIDÁTICOS	68
5 ORIENTAÇÕES PARA UTILIZAÇÃO DE VÍDEOS EM SALA DE AULA	82
5.1 Funções do professor.....	82
5.2 Dinâmicas de Análise.....	84
5.3 Análise da Linguagem.....	86
5.4 Complementação do Vídeo	86
5.5 Modificação do vídeo	87
6 A HISTÓRIA DA BORRACHA NA AMAZÔNIA E A QUÍMICA ORGÂNICA	88
6.1 Produção do vídeo educativo	88
6.2 Abordagem de Química Orgânica	91
CONCLUSÃO.....	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
ANEXOS	101
Manual para utilização didática do vídeo	102
Roteiro do vídeo	109

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

1 - O vídeo na sala de aula (Moran, 1995).....	68
--	----

TABELAS

1. Habilidades e competências (segundo os PCN) desenvolvidas com os programas analisados da Coleção Globo Ciência	39
2. Habilidades e competências (segundo os PCN) desenvolvidas com os programas da Coleção Química Nova na Escola	51
3. Habilidades e competências (segundo os PCN) desenvolvidas pelos alunos com as aulas analisadas do Telecurso 2000	57
4. A influência dos sentidos na aprendizagem	76
5. A influência áudio e visual na manutenção de dados na aprendizagem.....	76

QUADROS

1. Competências e habilidades a se desenvolverem no ensino de Química	14
2. Relação Histórico X Cotidiano X Abordagem Química do vídeo produzido.....	65

INTRODUÇÃO

A tecnologia tem se mostrado como forte aliada ao ensino: do retroprojeter ao projetor multimídia e das fotos ilustradas nos livros aos filmes educativos. Vários temas, de diversas áreas do conhecimento, têm sido trabalhados em produções audiovisuais para a sala de aula, feitos, principalmente, em vídeo. A popularização de câmeras e equipamentos de edição de vídeo também pode facilitar o acesso de vídeos didáticos à sala de aula, permitindo que professores preparados possam produzir seus próprios materiais. O conteúdo exposto pelo vídeo pode apresentar caráter mais dinâmico que uma aula tradicional expositiva, sendo capaz de despertar maior motivação nos alunos, dependendo de como for realizada sua aplicação.

Este trabalho apresenta uma breve explanação sobre o uso educativo do audiovisual, por meio da TV e do cinema, a fim de buscar afinidades e suportes que possam ser aplicados no vídeo voltado ao ensino. Portanto, o foco deste trabalho está concentrado no uso do audiovisual vídeo como ferramenta para o ensino.

Há até quem utilize o vídeo como única ferramenta de ensino, acreditando plenamente no seu potencial educativo ou pelo menos didático. Mas pode o vídeo ser capaz de assumir o papel do professor? O vídeo voltado ao ensino pode ser didático ou educativo, ou até mesmo ambos. No ensino de Química não é diferente. Porém, em relação a outras áreas do conhecimento (como História, Geografia e Biologia, por exemplo), há notável carência em vídeos de Química. A maioria dos vídeos disponibilizados para o ensino de Química é resultado de aulas expositivas gravadas, o que não vem a inovar e nem a aproveitar os recursos que essa tecnologia pode oferecer. Mas ainda há vídeos que expõem modelos em animação que facilitam a compreensão do aluno, colaborando com a explicação do professor.

Dentro de Química, a área de Orgânica tem sido ainda mais ausente nos documentários. As cadeias carbônicas são, geralmente, ensinadas por regras que visam o “decoreba”, e não sua compreensão, seja por meio do vídeo ou da explicação da maioria dos professores. Para complicar, muitos vídeos destinados ao

ensino médio, realizados por instituições de renome, não atendem aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), pois ou carecem, principalmente, da parte representacional/simbólica ou precisam melhorar a contextualização com aspectos sociais.

O reconhecimento da importância do vídeo é nítido no que tange ao ensino, visto o interesse governamental e de ramos privados no assunto, o que pode ser comprovado pela criação de programas educacionais como a TV Escola, o Canal Futura, o Telecurso 2000, o Globo Ciência e outros.

É, portanto, necessário que sejam produzidos vídeos que abordem Química de acordo com os PCN. Iniciativas governamentais tentaram modificar este quadro, mas as produções, além de escassas, ainda são deficientes quanto a muitos dos parâmetros exigidos pelo Ministério da Educação (MEC). Nesse contexto, este trabalho analisa algumas fontes de vídeos voltados para o ensino, bem como a classificação de audiovisuais utilizados em sala de aula e a proposição de orientações para suas aplicações, com o objetivo de produzir um vídeo didático-educativo (ANEXO III), oferecendo uma opção diferente para abordagem da Química Orgânica, a partir da polimerização ocorrida na formação da borracha natural.

1 TENDÊNCIAS DO ENSINO DE CIÊNCIAS E DO ENSINO DE QUÍMICA

Dentre as tecnologias presentes em nossa sociedade, a TV é a principal desencadeadora de informações às pessoas. Embora seu foco principal seja principalmente voltado a um ângulo comercial e, conseqüentemente, lucrativo, ela pode colaborar com papel social, por meio de programas educativos e/ou de educação à distância. Por outro lado, os canais de TV a cabo, pela diversidade, oferecem programação mais específica para cada categoria de telespectador, como filmes, seriados, documentários históricos e científicos, etc. Mas a TV a cabo também visa atrair investidores por meio de comerciais, como é feito na TV aberta, ainda que em menor intensidade.

A expansão dos serviços de TV a cabo também vem permitindo, nas cidades maiores, o aumento do acesso das escolas a canais que veiculam bons programas. É o caso do Discovery, do GNT, do National Geographic, do Eurochannel, do Glogo News. Caso especial, o Futura apresenta-se como “o canal do conhecimento” e dedica à escola e ao professor boa parte de sua grade de programação. Cabe destaque, ainda, ao STV – Rede SESC/ SENAC de Televisão, canal educativo que vem melhorando continuamente a qualidade e variedade de seus programas. E vale lembrar, ainda, que o Ministério da Cultura lançou em maio de 2001, também via cabo, o TV Cultura e Arte (Fischer, 2003).

Embora muitos documentários possam ser perfeitamente utilizados no ensino médio, não é prioridade dos canais de assinatura disponibilizar material didático ao professor. A utilização de um material audiovisual em sala de aula parece, inicialmente, simples como assistir a um programa cotidiano de TV,

Mas atenção: a escola não deve simplesmente reproduzir a forma pela qual assistimos TV no dia-a-dia. Naturalmente, a tendência inicial dos alunos é vislumbrar nesta nova fonte de aprendizagem uma continuidade do ato cotidiano de ver TV. Caberá ao professor se apropriar desta expectativa para transformá-la numa atividade pedagógica, ainda que conserve um tom lúdico (Napolitano, 2003, p.55).

É preciso, então, estar sempre alerta à programação da TV, em especial a aberta, que, por muitas vezes, emite mensagens ao público de maneira irresponsável. Para as ciências, é freqüente observamos abordagens precipitadas e sem referencial teórico, repassando conceitos errôneos para a população.

Na tentativa de suprir essa necessidade educacional, o governo tem investido nesse meio de comunicação. São exemplos desses investimentos os programas governamentais como a TV Escola, do Ministério da Educação (MEC) e o Canal E, da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF), que visam produzir e selecionar audiovisuais para professores e alunos. É ainda carente a quantidade de audiovisuais voltados ao Ensino de Química. Neste contexto, é interessante que haja mais iniciativas de produção audiovisual para enriquecer o panorama de vídeos disponíveis para esta área do conhecimento.

Nos vídeos voltados ao Ensino de Ciências, é muito comum um tipo de abordagem tradicional feita por meio de aulas expositivas gravadas. Considerando esse formato, têm-se vídeos que englobam todo o conteúdo de Química do Ensino Médio, mas que se limitam apenas à mesma capacidade oferecida por um professor frente ao quadro-negro. Muitas dessas aulas expositivas são contextualizadas, ainda que apenas por exemplos citados pelo professor com o intuito de comprovar o conteúdo estudado. Mas, para que o efeito da contextualização seja mais promissor, os exemplos, fazendo parte ou não do cotidiano do aluno, devem ser o ponto de partida para a introdução do conteúdo, pois, assim, despertam maior curiosidade e conseqüente motivação para o assunto a ser estudado.

Ao se estudar um exemplo contextualizado com a realidade, como em qualquer fenômeno da natureza, a Química não é a única área de conhecimento envolvida. No mundo, nada ocorre de forma isolada, restrita apenas a um campo específico. A divisão da Ciência em vários ramos (Química, Biologia, Física etc.) existe para facilitar a formação de especialistas, mas não para isolar as várias áreas do conhecimento. Pelo contrário, é vital que haja interação dessas áreas para que os fenômenos possam ser mais bem compreendidos.

No crescimento de uma planta, por exemplo, não podemos ver os fenômenos químicos ocorridos no processo, como a fotossíntese, mas podemos observar os seus resultados. E não apenas as Ciências da Natureza estão presentes de forma unívoca na etapa de crescimento de uma planta: as pessoas que a cultivam e os motivos de tal prática também são relevantes para a compreensão do fenômeno.

Portanto, as áreas de conhecimento ligadas aos estudos sociais também não podem ser excluídas da análise de um exemplo contextualizado com a realidade. Desta forma, um vídeo didático, mesmo com foco voltado à Química, cumpre o objetivo de contextualização e interdisciplinaridade.

Pode-se observar, dentre os vídeos voltados ao Ensino de Química, a grande carência de trabalhos, voltados à Química Orgânica, que fazem contexto com a realidade e sejam interdisciplinares. A proposta deste trabalho pretende unir as novas tendências (tecnologia, contextualização e interdisciplinaridade) do ensino de ciências e, particularmente, do ensino de Química, disponibilizando um vídeo temático, interdisciplinar, com destaque para História, Biologia e Geografia, no qual também sejam apresentadas atividades que possam incentivar o professor na realização de experimentos contextualizadas, bem como mostrar a importância do extrativismo da borracha na Amazônia. A ideia é que esse vídeo, por meio do extrativismo de seringueiras, permita que a de Química Orgânica seja apresentada a alunos do ensino médio a partir da polimerização da substância isopreno, responsável pela transformação do látex, extraído das seringueiras, em borracha.

Junto com o vídeo, foi produzido um breve manual para orientar sua utilização, explicitando os princípios e fundamentos que justificam cada fenômeno ou processo (ANEXO I). Esse manual também contém orientações para que o professor possa utilizar o vídeo de maneira mais proveitosa, favorecendo a aprendizagem de seus alunos, enfocando questões como, por exemplo, a utilização do referido vídeo de forma investigativa e não como mera demonstração e constatação de conteúdo já trabalhado em sala de aula. Dessa forma, pretende-se atender às orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN –, estabelecidos pelo Ministério da Educação – MEC (Brasil, 1999).

A questão da memorização de fórmulas, especialmente em Química Orgânica, passou a ser o objetivo principal do ensino tradicional, influenciando os vídeos sobre o assunto. Segundo os PCN, a memorização indiscriminada de símbolos, fórmulas e nomes de substâncias não contribui para a formação de competências e habilidades desejáveis no Ensino Médio. A memorização pode ser fruto de um ensino autoritário, capaz de qualificar a Ciência como algo intocável, pronto e acabado, enquanto esta deve ser entendida como favorável a contínuas mudanças, e não como um conjunto de conhecimentos isolados. A Química, em especial a parte de Orgânica, tem sido alvo desse foco indesejável, tendo seu

estudo raramente relacionado a contextos ou mesmo conteúdos da própria Química. Fórmulas de substâncias muitas vezes desconhecidas são apresentadas sem qualquer relação com aspectos econômicos, sociais ou ambientais, levando às simples regras mecânicas de memorização.

Uma tentativa para um material didático, como o livro e o vídeo, ser eficiente quanto às tendências do ensino atual, é o de propiciar o desenvolvimento de diversas habilidades e competências:

QUADRO 1: Competências e habilidades a se desenvolverem no ensino de Química

Representação e comunicação	Descrever as transformações químicas em linguagens discursivas.
	Compreender os códigos e símbolos próprios da Química atual.
	Traduzir linguagem discursiva em simbólica e vice-versa. Utilizar a representação simbólica das transformações químicas e reconhecer suas modificações ao longo do tempo.
	Traduzir a linguagem discursiva em outras linguagens usadas em Química: gráficos, tabelas e relações matemáticas.
	Identificar fontes de informação relevantes para o conhecimento da Química (livro, computador, jornais, manuais etc).
Investigação e compreensão	Compreender e utilizar conceitos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-empírica).
	Compreender os fatos químicos dentro de uma visão microscópica (lógico-formal).
	Compreender dados quantitativos, estimativa e medidas, compreender relações proporcionais presentes na Química (raciocínio proporcional).
	Reconhecer tendências e relações a partir de dados experimentais ou outros (classificação, seriação e correspondência em Química).
	Selecionar e utilizar idéias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes.
	Reconhecer ou propor a investigação de um problema relacionado à Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes.

	Desenvolver conexões hipotético-lógicas que possibilitem previsões acerca das transformações químicas.
Contextualização sócio-cultural	Reconhecer aspectos químicos relevantes na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente.
	Reconhecer o papel da Química no sistema produtivo, industrial e rural.
	Reconhecer relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico da Química e aspectos sócio-político-culturais.
	Reconhecer limites éticos e morais envolvidos no desenvolvimento da Química e da tecnologia.

Referência: Brasil, MEC, Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, 1999, p.249

Segundo os PCN, portanto, o material didático fica credenciado às exigências do ensino moderno e suas tendências. O vídeo, devido à exposição de imagens em movimento, é capaz de despertar, positivamente, maior grau de abstração nos alunos em relação a uma aula expositiva ou a um livro didático. Por este motivo, torna-se mais marcante ao aluno e, portanto, sua produção deve ser bastante cautelosa, devendo atender, assim como o livro didático, aos PCN e também à Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996).

Segundo a LDB (art.21), os níveis escolares são compostos pela educação básica (ensino infantil, fundamental e médio) e pela educação superior. “A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (Brasil, 1996). Portanto, o Ensino Médio não tem o dever de formar especialistas e, para isso, não deve se prender a fórmulas e manuseio de equipamentos, mas deve propiciar ao aluno a aplicação do conhecimento adquirido no seu cotidiano. Se o aluno termina o Ensino Médio e não é capaz de relacionar alguma área do conhecimento com o seu dia-a-dia, significa que o objetivo não foi cumprido conforme a LDB.

A Educação Básica, portanto, não deve ter a preocupação de formar apenas cientistas, por exemplo. O ensino deve ser mais democrático, pois se for muito tecnicista em assuntos específicos (embora algumas técnicas precisem ser ensinadas), tende a atender a poucos “gênios”, deixando a maioria dos alunos

alienados pelo desinteresse. Não que o ensino tecnicista deva ser rejeitado, mas que as técnicas ensinadas abordem assuntos de interesse comum. Os critérios da LDB e dos PCN devem ser observados e seguidos durante a proposição, análise e produção de vídeos e quaisquer materiais voltados ao ensino. Deve ficar claro ao professor que tal material, por mais perfeccionista que venha a ser, tem a pretensão de auxiliá-lo em sua tarefa de mediador do conhecimento, e não de substituir o seu trabalho em sala de aula ou mesmo no laboratório.

2 A UTILIZAÇÃO DE AUDIOVISUAIS NO ENSINO

A tecnologia está presente em nossa sociedade de forma irreversível. Ela dá o tom em nossa vida desde o instante que levantamos até a hora de dormir. Isso se desconsiderarmos sua presença em nossos momentos de sono, pois até mesmo colchões e travesseiros são alvos de pesquisas para otimizarem conforto e descanso. Ou seja, ela está presente em 24 horas de nosso dia.

Como não poderia deixar de ser, a realidade da escola também não é diferente. As crianças não precisam mais decorar a tabuada: a calculadora auxilia na realização de operações matemáticas. Computadores e televisores também conquistaram espaço na escola. Por isso, muito tem sido feito para otimizar a utilização desses equipamentos em processos de ensino-aprendizagem. No caso do ensino de ciências, a utilização dessas tecnologias não é menor, se não for mais significativo, já que a ciência é grande provedora e usuária do conhecimento utilizado pela tecnologia.

Antes de esclarecer a metodologia proposta neste trabalho, é interessante a apresentação de algumas definições a respeito de temas que serão discutidos sobre a sua extensão. Assim, conceitos como audiovisual, documentário, vídeo didático e vídeo educativo serão abordados no decorrer deste capítulo.

2.1 Audiovisual: Ficção e Documentário

Um filme no cinema, um programa de TV, um documentário, um vídeo voltado ao ensino, um desenho animado, um videoclipe: embora utilizem linguagens diferentes, são exemplos de audiovisuais. Audiovisual, portanto, é qualquer trabalho, de ficção ou de documentário, que utilize imagem (geralmente em movimento) e som (locação, diálogo, efeitos sonoros, música e/ou até o silêncio), tendo como suporte a filmagem (16mm, 35mm, super8), a gravação em vídeo (VHS, S-VHS, fita magnética 8mm, Hi-8, Beta-CAM, Beta-MAX, U-Matic, Digital-8, DV, mini-DV e DVCAM) ou ainda a Imagem gerada por computação gráfica (CGI), por meio de programas específicos como Flash, 3D-Max, Maya, After Effects, Premiere, dentre outros. Aliás, todos os programas de computador com interação multimídia são recursos audiovisuais, mas, neste trabalho, há preocupação apenas com os audiovisuais

exibidos por meio do cinema, do vídeo (analógico ou digital) ou de arquivos de vídeo gerados por computação gráfica.

Um audiovisual que mostra situações sem referencial histórico ou sem embasamento na realidade é considerado ficção. Um audiovisual que busque retratar um fato histórico por meio de investigações ou ainda mostrar a realidade é considerado documentário. Os programas jornalísticos de TV, devido à necessidade de serem produzidos diariamente, geralmente não apresentam os mesmos caprichos dos vídeos e filmes documentários, embora possam oferecer semelhantes funções. Ainda existem grandes filmes de ficção que se baseiam em fatos históricos, bem como documentários que se inspiram em histórias fictícias. São, respectivamente, os filmes de ficção baseados em fatos reais e os documentários ficcionais.

Os documentários são apresentações cujo suporte, em filme ou em vídeo, são construídos para fins de transferência ampla ou restrita de conhecimentos sobre determinados assuntos, geralmente culturais, científicos ou técnicos. A transferência é considerada ampla quando o tema é longamente explorado em diversos programas seriados, ou restrita, quando o tema é explorado, sem maiores detalhes, em um ou dois programas no máximo, vale dizer, em uma ou duas horas, aproximadamente (Franco, 1997).

Independentemente do suporte utilizado, pode haver interação entre os diversos tipos de audiovisual, sobretudo com a CGI, também utilizada para gerar animações e efeitos especiais, muitas vezes essenciais ao desempenho e entendimento de um trabalho realizado com maior parte em outro formato. Além dos grandiosos efeitos especiais de cinema, a computação gráfica tem atuado cada vez mais nos programas de TV e nos vídeos, seja qual for a sua finalidade. A computação gráfica, nesse sentido, facilita a interação entre aluno e conhecimento, pois permite a representação de fenômenos que não podem ser registrados por uma câmera e ainda possibilita que o vídeo fique mais atrativo para o espectador, à medida que ilustra situações difíceis de serem demonstradas verbalmente ou por imagens do mundo real.

2.2 A História dos documentários

De acordo com Franco (1997), os filmes documentários foram muito comuns durante a Segunda Guerra Mundial, quando tropas norte-americanas tiveram de ser treinadas rapidamente para lutar em território inimigo. Foram produzidos filmes para entretenimento e treinamento dos militares, mostrando estratégias de combate, operação e manutenção de equipamentos e armamentos com tecnologia de ponta na época. Na década de cinquenta, com a necessidade de se formar e informar rapidamente numerosas populações das grandes universidades e escolas secundárias, como também entreter a nova audiência televisiva noturna, eram exibidas não apenas simples experiências de laboratório como os recentes avanços da tecnologia norte-americana, mas também produções relacionadas à descontração dos espectadores.

Documentários eram preparados em laboratórios de cinema universitários ou pela própria indústria cinematográfica, com o intuito de atender comunidades acadêmicas locais e emissoras de TV, relativamente restritas em tamanho e potência de transmissão. Entretanto, viam-se não só cursos universitários de Química, Física, Matemática e Biologia, mas também programas sobre a corrida espacial, agricultura, engenharia, medicina e outras áreas relacionadas a assuntos científicos e tecnológicos.

Mais tarde, nos anos setenta, com o desenvolvimento do vídeo-teipe e vídeo-cassete, os documentários se tornaram mais sofisticados e com isto mais populares, especialmente ao serem produzidos pelos estúdios das emissoras de televisão educativa norte-americanas, inglesas, alemãs e francesas. Esses eram dirigidos para tal finalidade por disponibilizarem maiores recursos financeiros e serem, por consequência, mais bem aparelhados tecnicamente. A arte do documentário das TVs Educativas cresceu neste ambiente e no momento em que nos países de primeiro-mundo as audiências se dividiam entre a diversão gratuita e uma televisão voltada à cultura de diversas nações e ao saber da humanidade.

2.3 A produção de vídeos educacionais por alunos

Há, ainda, a possibilidade de produção de vídeos por parte do aluno, pois “Filmar é uma das experiências mais envolventes tanto para as crianças como para os adultos. Os alunos podem ser incentivados a produzir dentro de uma determinada matéria, ou dentro de um trabalho interdisciplinar” (Moran, 1995). Esse tipo de trabalho, para ser mais eficaz, deve consistir em contar, por meio de vídeo, um determinado assunto relacionado a algum tema desenvolvido em aula. Como referência, o aluno pode utilizar jornais, revistas, livros e até entrevistas com pessoas. A segunda etapa é a elaboração do roteiro, seguida pela gravação, edição, e sonorização. Por fim, faz-se a exibição em classe com a conseqüente discussão, na qual se busca ressaltar a diferença entre a intenção e o resultado obtido.

O professor ainda pode adaptar o vídeo ao grupo: oralmente, por escrito ou audiovisualmente, contar situações nossas que são próximas às apresentadas pelo vídeo, o que proporciona maior interatividade entre os alunos e os conceitos abordados. Mas essa interatividade deve ser sempre proporcionada pelo professor, independentemente do vídeo ser ou não interativo. “Denomina-se vídeo-interativo todo programa de vídeo no qual as seqüências de imagens e a seleção das manipulações estão determinadas pelas respostas do usuário ao seu material” (Bablin e Kouloumdjian, 1983, citado por Ferrès, 1996)¹.

2.4 Vídeo Didático e Vídeo Educativo

Muitos conhecimentos e experiências foram acumulados nas últimas décadas em relação à produção de documentários, o que muito veio a colaborar também com o atual formato dinâmico do vídeo voltado para o ensino. Os audiovisuais voltados ao ensino não necessitam da mesma qualidade de imagem exigida no cinema, onde a projeção depende de que o trabalho seja ao menos finalizado em película (filme 16 mm, 35 mm ou super 8). Como são geralmente mostrados em um aparelho de TV e, raramente, em projetores multimídia, os audiovisuais voltados ao ensino são, atualmente, gravados em vídeo, tecnologia com preço muito mais acessível que o

¹ BABIN, P.; KOULOUMDJIAN, M. Os novos modelos de compreender: a geração do audiovisual e do computador. São Paulo: Paulinas, 1989.

filme (em película). Mas quando o vídeo voltado para o ensino é um vídeo didático e quando é considerado educativo?

A leitura crítica de vídeos voltados ao ensino e outros tipos de documentários depende da percepção e do entendimento do fator qualitativo atribuído a cada um deles. Essas qualidades dependem das exigências de mercado que o produto impõe aos seus fabricantes, e que resulta na apresentação do programa ou em circuito aberto ou fechado. Este produto final pode possuir centenas de horas de planejamento, preparação e execução, refletindo na aceitação da audiência e reconhecimento ou não de especialistas.

Com o desenvolvimento dos equipamentos e técnicas de gravação e pós-produção, o produto final pôde se tornar melhor em questão de qualidade física e de conteúdo, possibilitando o avanço tecnológico e qualitativo dos documentários. Desde a sua concepção fundamental como ferramenta de ensino, conforme originalmente pensado, até se tornarem uma fonte de aprendizado prazeroso, conforme hoje se apresenta, o documentário, seja para vídeo, cinema ou para TV, é derivado de um árduo, preciso e complexo trabalho de planejamento e também de execução, de modo que a compreensão e a retenção da mensagem por parte do público alvo se realize com um mínimo de esforço.

O público, substância de todas as faixas etárias, possui algo em comum: a motivação, o interesse, e sobretudo a curiosidade, todos, como se sabe, elementos primordiais do aprendizado (...) Os vídeos-documentários estão dirigidos não apenas a estudantes, mas a toda a família e a toda uma multidão que busca o lazer que acompanha, indissolavelmente, o ato de aprender (Franco, 1997).

Os documentários destinados à sala de aula podem unir, portanto, lazer e conteúdo, de forma a não prejudicar, mas a facilitar o ensino. Mas até que ponto informação e entretenimento devem ser intermediados? Este é um dos segredos do documentário, que se apóia neste conflito para obter fins pedagógicos, apostando na passagem de conhecimentos pelas vias mais sutis do prazer estético, sem que ninguém se dê conta de que esteja, paralelamente, sendo envolvido num processo de ensino-aprendizagem.

Com respeito à televisão como um todo, Franco (1997) defende que, para dois minutos de apresentação, são vinte horas de preparação. E é realmente dessa maneira que ocorre em relação aos documentários. O documentário, como gênero artístico-educativo, pode obter sucesso como uma ferramenta tanto de lazer quanto de ensino. Para isso, a sociedade na qual ele estiver interagindo precisa estar disposta a apreender valores sócio-culturais compatíveis com o desenvolvimento educacional, os quais também dependem dos empresários de telecomunicações e iniciativas governamentais.

Mas, enfim, no que consiste um vídeo didático?

Conforme o livro, o computador, o retroprojeter, o quadro-negro e até os museus, o vídeo pode ser considerado como material didático. Segundo Santos (2001), Material didático é definido como “todo e qualquer recurso de apoio às interações pedagógicas no contexto de uma relação educativa, tenha sido ele desenvolvido com fins educativos ou não”. Com base neste conceito, qualquer vídeo que sirva para ensinar alguma coisa a alguém pode ser denominado vídeo didático.

Pode-se inferir, portanto, que o vídeo didático, como concepção inicial dos documentários, não precisa ser necessariamente educativo. Um vídeo com técnicas de guerra pode ser didático à medida que ensina como operar armas, por exemplo. Mas será que este vídeo que ensina técnicas de extermínio de seres humanos pode ser considerado como um vídeo educativo? O que torna um vídeo educativo, ou não, não é o fato de sua capacidade de ensinar, mas também de julgar valores!

É fácil adquirir lições de como fazer documentários, mas para que o iniciante consiga realizar um trabalho de boa qualidade, sobretudo no ramo educativo, deve manter a ética profissional aliada à atualização de técnicas e tecnologias de produção, além de cuidar para que o trabalho realmente traga contribuição social e não seja apenas um aglomerado de informações. Nessa linha, Freire (1970) apresenta seu conceito de “educação bancária”, dizendo que o educando funciona como um “fundo bancário”, onde o educador vai fazendo “depósitos” de informação. O educando memoriza os dados mecanicamente e os repete. O educador é o sujeito do processo e os educandos são meros objetos. Paulo Freire continua sua crítica, afirmando que os opressores pretendem, na verdade, transformar a mentalidade dos oprimidos e não a situação que os oprime, e isto, para que, melhor adaptando-os a

esta situação, melhor os domine. Por isso, a educação libertadora do homem visa à construção do diálogo, por meio do qual os oprimidos possam confrontar os opressores.

Portanto, o audiovisual educativo deve ir além do audiovisual didático, pois, obrigatoriamente, deve considerar os valores ensinados e aprendidos. Para que isso se concretize, as informações contidas no audiovisual educativo tendem a apresentar melhores resultados quanto à satisfação do espectador se forem capazes de promover a sua interação com o programa apresentado. A interação pode ser intermediada por meio de contextualizações ou por meio de fatos do cotidiano do espectador. As informações devem ser negociadas e não apenas transmitidas e acumuladas para o receptor da mensagem. Nesse contexto, é necessário que se considere a estruturação, o desenvolvimento e a articulação da Ciência durante o desenvolvimento de vídeos educativos para o Ensino de Química, a fim de proporcionar maior participação do aluno. Em outras palavras, deve-se trabalhar, além da metodologia, a epistemologia da ciência.

Etimologicamente, epistemologia significa o estudo sobre a ciência ou o estudo sobre a verdade, trazendo a idéia de que ciência e verdade são sinônimas. Porém, “a epistemologia nasce quando morre a certeza” (Ramos, 2000). A ciência deve ser apresentada, portanto, como algo transitável e passível de erros, e não como um modelo definido e irrevogável, como é tradicionalmente apresentada na maioria dos livros e vídeos didáticos. A ciência não é imparcial e tampouco isolada, conforme citado por Japiassu (1999)² em Santos e Mortimer (2000): “...Uma conseqüência do cientificismo é o mito da neutralidade científica”. Embora subdivida em várias áreas de concentração, as conseqüências de um estudo sobre determinado sistema, isolado ou não, se refletem em caráter interdisciplinar. E, dentre as áreas de concentração da ciência, a Biologia, apesar de não aprofundar nos aspectos químicos e físicos, é a que mais faz o elo entre interdisciplinaridade e epistemologia, conforme defende Ramos (2000):

O sujeito epistêmico é um sujeito ideal, universal, que não corresponde a ninguém em particular, embora sintetize as possibilidades de cada uma das pessoas e de todas as pessoas ao

² JAPIASSU, H. (1999). Um desafio à educação: repensar a pedagogia científica. São Paulo: Letras & Letras.

mesmo tempo. O sujeito epistêmico de Piaget compara-se ao sujeito da Biologia ou da Medicina.

Com esta base no entendimento de Piaget, este trabalho também valoriza o uso dos aspectos biológicos para contextualização de conceitos químicos, durante a produção do vídeo educativo proposto. A química orgânica, por exemplo, será abordada a partir de um vídeo que mostra a coleta do látex por seringueiros na Floresta Amazônica. Todo o processo de produção da borracha será mostrado no vídeo, abordando aspectos biológicos e sociais, e fará a transposição didática de Orgânica a partir das reações de polimerização e de vulcanização.

Em geral, no vídeo voltado para o ensino, foco deste trabalho, podemos notar considerável repulsão dos alunos quanto aos trabalhos excessivamente conceituais e com linguagem muito técnica, pois estes, em maioria, se apresentam apenas como extensão ou repetição da fala do professor. Já o cinema e os programas de TV são, geralmente, mais atrativos para o público e, para conseguir ter um resultado mais eficaz, o vídeo voltado ao ensino também pode seguir alguns mecanismos de sedução do público utilizados por essas mídias de comunicação.

2.5 Como a TV seduz o espectador e como o vídeo pode se aproveitar desses mecanismos

A televisão é um agente ativo em toda a sociedade e pode ser fator determinante na infância. De acordo com Vygotsky³ (1991), a metacognição, a consciência ou reflexão sobre os próprios processos mentais, é disparada pela aprendizagem escolar, na qual a criança passa a apropriar-se de conceitos científicos que permitem a transformação dos conceitos espontâneos, construídos a partir da experiência prática e cotidiana, tornando-os conscientes. Assim, o uso do vídeo, como disparador de reflexões sobre as práticas sociais e representações das crianças, constituídas a partir das interações com a televisão, pode ser entendido como facilitador de processos de aprendizagem e desenvolvimento, envolvendo a reflexão e a tomada de consciência, graças ao distanciamento que o vídeo

³ VYGOTSKY, L.S. Pensamento e linguagem. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

permite, dessas práticas e representações, transformando-as (Salgado, Pereira & Souza, 2005).

Espera-se do vídeo e da TV soluções imediatas para os problemas crônicos do ensino-aprendizagem, assim como se esperava de tecnologias anteriormente aplicadas ao Ensino. O vídeo, além de atrair os alunos, ajuda os professores preparados para o seu uso, mas não altera, necessariamente, de maneira substancial a relação pedagógica. Pode aproximar a sala de aula do cotidiano ou de algum contexto relevante, das linguagens de aprendizagem e comunicação da sociedade urbana, mas também introduz novas questões no processo educacional. O vídeo está diretamente ligado à televisão e a um contexto de lazer, passado imperceptivelmente para a sala de aula. Vídeo, para os alunos, significa descanso e não "aula", o que modifica a postura e as expectativas em relação ao seu uso. Deve-se, portanto, aproveitar essa expectativa positiva para atrair o aluno para os assuntos do planejamento pedagógico.

Do mesmo modo que a leitura da linguagem verbal, essa aprendizagem exige basicamente uma prática devidamente apoiada e orientada. A leitura audiovisual mais qualificada expande a capacidade de compreender, distinguindo e ao mesmo tempo integrando conteúdos e formas. Apura a percepção visual e auditiva, permitindo identificar e apreciar a composição imagem/ som/ texto, que é a própria essência dessa linguagem e fonte de sua atração (Fischer, 2003, p 117).

Segundo Wolton (1996), a TV apresenta caráter contraditório de um objeto de consumo privado, mas que traduz uma atividade coletiva. Assim, a televisão não é apenas o espelho da sociedade, mas nos obriga a nos interessarmos pelo mundo exterior. “A imagem sonorizada facilita semelhante situação, por ser bonita, bem acabada e de fácil entender, tanto agradável esteticamente, quanto competente em termos racionais de passagem de novos e importantes, quase sempre, inéditos conhecimentos” (Franco, 1997). Todo este amparo da tecnologia tem por finalidade atrair a atenção da audiência, fazendo com que ela se identifique com o programa.

“Por não depender seu uso de um complexo código de acesso, como o do livro, a televisão expõe as crianças, desde que abrem os olhos, ao mundo antes velado dos adultos” (Martin-Barbero & Rey, 2001). Assim, os alunos tendem a ser mais receptivos aos audiovisuais do que aos livros didáticos, visto a maneira mais direta e dinâmica de transmissão da informação, levando-os à sensação de que haja menor exigência intelectual e, portanto, maior conforto mental, derivado da ação dessa tecnologia mais avançada.

Embora produzidos em linguagem diferente da utilizada no vídeo, até porque visam alcançar público mais eclético e atrair lucro por meio de comerciais durante os intervalos, os programas de TV também podem apresentar funções educativas, como, por exemplo, os tele-cursos para ensino fundamental e médio e os documentários Globo Ciência. Há, ainda, programas destinados à diversão que oferecem informações educativas.

O primeiro programa de televisão, no mundo, a buscar uma aproximação mais estreita entre entretenimento e educação foi o norte-americano VILA SÉSAMO, que desvinculava a forte associação de TV educativa com o ensino formal da sala de aula, pois essa relação afastava dos canais educativos muitos dos que mais podiam usufruir deles. “O prazer das crianças diante de comerciais foi o ponto de partida. Uniu-se o conteúdo pedagógico a atrativos de mensagens publicitárias. Usou-se o divertimento no sentido educativo como motivação para o aprendizado de conceitos” (Carneiro e Fiorentini, 2002).

A TV Cultura, em parceria com a Globo, produziu a versão brasileira do Vila Sésamo, que ficou ao ar no período compreendido entre os anos de 1972 e 1977, quando estreou a série Sítio do Pica-Pau Amarelo, adaptado da obra de Monteiro Lobato. Esse programa, realizado por meio de parceria entre a TV Globo e a TVE do Rio, ficou ao ar até 1986, sendo relançado em 2001, pela Globo, e no ar, atualmente, pelas manhãs dos dias úteis. A primeira versão para o Sítio do Pica-Pau Amarelo, realizada na forma de teleteatro pela extinta TV Tupi, embora considerado o primeiro programa televisivo infantil do Brasil, não era considerado como educativo – visava apenas diversão – pois não há referências educativas quanto ao programa, segundo Fiorentini e Carneiro (2002).

No universo dos canais abertos, programas de qualidade cultural e, portanto, de potencial educativo relevante são encontrados nas

emissoras públicas ou estatais, como a TV Cultura de São Paulo, a TVE do Rio de Janeiro e demais TVs educativas regionais, como as de Minas, Rio Grande do Sul, Bahia, Pernambuco, Maranhão (Fischer, 2003).

Guimarães (2000) propõe o uso de programas de TV para facilitar a aprendizagem no Ensino Fundamental. Ela compara os programas da TV Cultura “Rá-Tim-Bum” e “Castelo Rá-Tim-Bum”, ambos produzidos pela TV Cultura do Rio de Janeiro. Sua dissertação apresenta resultados de uma pesquisa sobre as práticas de linguagem da escola e da TV, na qual se investiga os “mecanismos de sedução” que a televisão possui e que, muitas vezes, faltam ao ambiente escolar. Seu trabalho retoma, com muita propriedade, a importância da ludicidade na aprendizagem, mostrando que a escola, como espaço social, é o lugar do ensinar e do entreter.

Comparando os dois programas de TV, Guimarães (2000) propõe uma explicação de como o “Castelo Rá-Tim-Bum” obteve mais audiência que o “Rá-Tim-Bum”, embora ambos possuam a mesma temática. Pode-se inferir, da análise da autora a respeito de trechos co-temáticos de ambos os programas, que o conteúdo matemático abordado obteve melhor recepção quando não foi explicitado, ou seja, quando não foi o protagonista do enredo, e sim, coadjuvante. Esses programas estão representados, infelizmente, dentro de uma pequena minoria da grade de programação da televisão, preocupada com a educação do espectador.

Dado que a televisão nos alcança em todo tempo e em toda parte, dado que nenhuma faixa etária, nenhum campo de atuação, nenhuma classe de renda fica imune a ela, dado que a maior parte da população brasileira não tem acesso regular a outras fontes de informação, além do rádio e da TV, não sei que outra realidade contemporânea mereceria, mais do que essa, um tratamento de prioridade educacional. No entanto, a esse quadro, a educação escolar tem respondido, regra geral, com lamentável desinteresse (Fischer, 2003, p. 113).

Portanto, as emissoras de TV, em geral, não têm o compromisso de produzir programas educativos para a população. Tal fato fica evidente em declarações recentes de um dos mais populares apresentadores de TV do Brasil, Sílvio Santos, feitas à revista *Veja*, em reportagem de Valladares (2000). Quando foi questionado sobre sua responsabilidade em levar cultura para o povo, o apresentador, como grande empresário de comunicação, afirmou que o povo não quer ligar a televisão para ter aula ou ter cultura, mas sim, quer diversão gratuita. Separando completamente a possibilidade de divertir educando, ou de educar divertindo, de enriquecer cultural e intelectualmente o lazer do brasileiro, Sílvio Santos, representando a tendência do pensamento de profissionais e empresários que atuam nesse setor, declara que isso é papel para as autoridades competentes e que o empresário de comunicação tem que dar ao povo o que o povo quer, seja samba ou mulher com pouca roupa.

Em concordância com Almeida (2001), pode-se dizer que considerações desse tipo são, no mínimo, desestimulantes, principalmente quando se considera a possibilidade de aproveitamento do grande potencial da TV para melhoria da qualidade educacional de toda a população. Talvez o próprio Sílvio Santos tenha se redimido, em parte, ao colocar no ar o programa de auditório “Show do Milhão”, no qual há perguntas e respostas que, de alguma forma, informam ao espectador e colaboram para seu crescimento intelectual, embora a preocupação fundamental não seja de educar, mas de divertir. E por que não educar divertindo ou vice-versa?

Os legisladores poderiam criar leis que ampliassem a veiculação de programas educativos. Mas, independente da sensibilização de nossas autoridades, outras alternativas como os canais por assinatura e o vídeo voltado para o ensino, podem ser exploradas. Embora também possuam comerciais durante os intervalos, a programação dos canais por assinatura é diferenciada, pois não têm o lucro restrito apenas aos comerciais e, sobretudo, porque é direcionada a pessoas que estão insatisfeitas com a programação dos canais abertos e que se dispuseram a pagar taxas mensais consideráveis para solucionarem este incômodo. Deve-se considerar, ainda, que vídeos voltados ao ensino podem ser exibidos em canais por assinatura – como os documentários da Discovery.

O vídeo didático não veiculado na TV aberta ou fechada, geralmente direcionado para um determinado fim, pode ser considerado o audiovisual mais

descompromissado com as propagandas e com a conseqüente democratização excessiva de sua programação. Fica, portanto, desvinculado da obrigação de divertir e de atrair anunciantes, mas, sobretudo, mantém a atenção destinada a seu público alvo, até porque sua fonte de lucro é voltada para sua venda a este público. Mas o fato de não dever obrigações a entretenimento ou a comerciais, por exemplo, não impede que o vídeo didático também possa vir a divertir ou a anunciar, desde que não perca seu foco principal.

É no ponto do entretenimento que o vídeo didático, educativo ou não, pode se inspirar na TV ou no cinema, com o intuito de ser mais atrativo ao espectador, mas sem necessitar de apelos comerciais ou fuga do tema trabalhado. Porém, quanto mais o vídeo didático se render aos apelos comerciais, sobretudo aos anunciantes, mais perde as características didáticas. O vídeo didático é, portanto, destinado a determinado público alvo e é fundamental que seja atrativo para o espectador, a fim de que o seu conteúdo didático seja apreciado.

O vídeo parte do concreto, do visível, do imediato, próximo, que toca todos os sentidos ao nosso alcance através dos recortes visuais, do close, do som estéreo envolvente, uma ou várias câmeras, fixas ou em movimento, vários personagens, imagens ao vivo ou criadas no computador. Situado no presente, mas interligando não linearmente o passado com o futuro, o ver está, na maior parte das vezes, apoiando o falar, o narrar, o contar histórias. A fala aproxima o vídeo do cotidiano, mostrando como as pessoas se comunicam habitualmente (Moran, 1995, p. 27).

Os vídeos também podem influenciar novos tipos de diálogos e gírias, como ocorre nas telenovelas, nas quais a população imita seus personagens.

Os diálogos expressam a fala coloquial, enquanto a narração (normalmente em off) costura as cenas, as outras falas, dentro da norma culta, orientando a significação do conjunto. A música e os efeitos sonoros servem como evocação, lembrança (de situações passadas), ou como ilustração associada a personagens do presente, bem como da criação de expectativas, antecipando reações e informações (Moran, 1995, p 27).

Além da trilha sonora e da forte apelação visual, a escrita também é um dos recursos utilizados pelo vídeo. Ela aparece nos textos das legendas de filmes e nas traduções de entrevistas, favorecendo, por exemplo, a significação atribuída à narrativa falada. De acordo com Moran (1995), o vídeo é uma forte ferramenta porque pode ser, ao mesmo tempo, sensorial, visual, linguagem falada, linguagem musical e escrita, permitindo o rompimento do espaço e do tempo, combinando a comunicação sensorial-sinestésica com a audiovisual, a intuição com a lógica, a emoção com a razão. Começa pelo sensorial, pelo emocional e pelo intuitivo, que é o mais sedutor ao espectador, para depois atingir o racional. TV e vídeo encontraram a fórmula de comunicar-se com a maioria das pessoas, tanto crianças como adultas.

O ritmo, para Moran (1997), torna-se cada vez mais alucinante, como as rápidas seqüências de imagens nos videoclipes, por meio de linguagem concreta, de cenas curtas, com pouca informação de cada vez, em consonância à Economia da estrutura de uma matéria(Bruner, 1976), com ritmo acelerado e contrastado, multiplicando os pontos de vista, os cenários, os personagens, os sons, as imagens, os ângulos, os efeitos.

As mensagens dos meios audiovisuais exigem pouco esforço do receptor. Este tem cada vez mais opções, mais possibilidades de interação: televisão bidirecional, jogos interativos, CD, DVD e Internet. As linguagens da TV e do vídeo respondem à sensibilidade dos jovens e da grande maioria da população adulta. São dinâmicas, dirigem-se antes à afetividade do que à razão. O receptor, portanto, precisa ver para compreender, pois a linguagem utilizada na TV e no vídeo é mais sensorial-visual do que racional e abstrata, desenvolvendo múltiplas atitudes perceptivas: enquanto a linguagem escrita desenvolve mais o rigor, a organização, a abstração e a análise lógica, o audiovisual trabalha a mediação entre imaginação e a afetividade, ou seja, parte de algo com o qual o espectador se identifica.

O vídeo destinado às escolas pode se aproveitar dos mecanismos de sedução oferecidos pela TV, propiciando maior motivação nos alunos. Entretanto, geralmente, o vídeo didático se apresenta de maneira extremamente séria e pragmática, o que passa longe das aptidões dos estudantes. Para que atinja melhor seus objetivos, o vídeo didático e/ou educativo deve ser realmente sério em sua ideologia, mas quando oferece a descontração observadas nos programas de TV é

mais rico e mais atrativo ao espectador. O vídeo produzido com este trabalho pretende unir a seriedade de informar e educar com descontrações que auxiliam nessa função, tornando o vídeo, além de educativo, divertido.

2.6 Análise de vídeos para o Ensino de Química

Em se tratando do uso de vídeos, há uma diversidade de aplicações direta ou indiretamente relacionadas ao ensino de Química. Dentre essas variações, há o uso do vídeo para ensinar Química, como também para registrar uma aula de Química. Com o objetivo de apresentar uma proposta que possa enriquecer o atual quadro do ensino, esta parte do trabalho está destinada a analisar as seguintes referências de vídeos para o ensino:

- Artigos do Journal of Chemical Education (JCE);
- Revisão bibliográfica (artigos disponibilizados no portal de periódicos da CAPES);
- Verificação dos vídeos, voltados ao ensino de Química, disponíveis na Biblioteca Central da UnB (BCE);
- Vídeos sobre o átomo da coleção fornecida pela distribuidora *Cultura (Fundação Pe. Anchieta)* e desenvolvida pelo *Instituto de Tecnologia da Califórnia - EUA (1989)* e da coleção *Senior Physics* desenvolvida pela *TV Ontário - Canadá*;
- Os quatro primeiros vídeos produzidos pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ);
- Quatro vídeos do programa Globo Ciência que desenvolveram os mesmos temas dos vídeos da SBQ, para avaliar as diferenças entre as propostas;
- Verificação de análises de catálogos e vídeos da *TV Escola*, vinculada ao MEC, e de aulas do Telecurso 2000, por meio de monografias de graduação desenvolvidas no Instituto de Química da Universidade de Brasília e por meio do acesso aos catálogos da *TV Escola*;
- Verificação do histórico da *TV Escola (MEC)* e do *Canal E (SEEDF)*.

Artigos do JCE

Mesmo os americanos, aficcionados por tecnologia, usam pouco o vídeo no ensino de Química. De acordo com registros no Journal of Chemical Education (JCE), a produção de vídeos de Química iniciou-se em 1969, contando com a presença de apenas 15 produções, datadas até então. A primeira menção neste periódico refere-se a um programa universitário americano para calouros, propondo a disponibilização das aulas em videotape, a fim de diminuir a sobrecarga nos plantões de monitoria e permitir que os alunos moldassem melhor seu tempo, escasso e heterogêneo, para solucionarem suas dúvidas. A falta de recursos na época e a qualidade precária do equipamento de vídeo fizeram com que o programa fosse abandonado. As outras obras de vídeo citadas no JCE estão ligadas a técnicas de laboratório, instruções ou registros de experimentos para nível universitário. Não há referências quanto à produção de vídeos direcionados para o Ensino Médio em artigos do Journal of Chemical Education.

Revisão bibliográfica

Ainda em relação ao uso de vídeos no Ensino, há alguns trabalhos de Mestrado e Doutorado que os analisam. Nos periódicos disponíveis no portal CAPES, por exemplo, onde são apresentadas informações sobre teses e dissertações brasileiras, há o registro de apenas 23 trabalhos nacionais que utilizam o vídeo como ponto de partida para o processo de ensino-aprendizagem na área de Ciências. Esses trabalhos podem ser divididos em diferentes grupos:

- . Apenas 04 estão diretamente ligados ao Ensino Médio
- . Somente 01 é aplicado ao Nível Superior
- . 09 se relacionam ao Ensino Infantil e Fundamental
- . 08 tratam do Ensino de forma mais ampla
- . 05 estão relacionados à produção de vídeo pelos próprios alunos
- . 02 trabalhos visam, especificamente, ao Ensino de Química

Nos trabalhos disponíveis no portal da CAPES, muitos trabalhos utilizam o vídeo como registro de aulas para posterior avaliação da relação professor/aluno/conteúdo, o que não é foco deste trabalho. Destaca-se também a

presença de vídeos que servem como instruções para profissionais e estudantes em áreas como saúde e engenharia, principalmente. Mas no campo da Química, não há registro de vídeos destinados à instrução em sala de aula, conforme a meta proposta neste trabalho, mostrando a necessidade de investimento nesse tema.

Vídeos disponíveis na BCE – UnB

A Biblioteca Central da Universidade de Brasília (BCE) oferece vídeos relativos a todas as áreas do conhecimento, à disposição dos alunos, professores e funcionários da universidade, por meio de cabines com TV e vídeo. Professores, funcionários e alunos de pós-graduação podem levar os vídeos para casa. Dentre os vídeos disponíveis, há 500 relativos ao programa Globo Ciência, com catálogo próprio (que serão analisados a seguir) e um catálogo mesclado por vídeos doados de outras instituições e vídeos produzidos pela própria universidade, por meio do Centro de Produção Cultural e Educativa (CPCE). O catálogo é dividido por assunto e quando o assunto listado é “*Química*”, só há uma coleção de vídeo disponível, a qual trata de modelos atômicos e energia.

Vídeo sobre o átomo – Instituto de Tecnologia da Califórnia

O vídeo em questão é traduzido e distribuído pela *Cultura – Fundação Pe. Anchieta* – São Paulo (1989), produzido no *Instituto de Tecnologia da Califórnia* – EUA. Apenas o primeiro vídeo da coleção pode ser utilizado no ensino médio, embora com algumas complicações. O vídeo tem foco voltado a universitários e não ao ensino médio, o que pode ser nitidamente notado pelo grau de complexidade das equações demonstradas no material.

Mas o vídeo pode ser utilizado no ensino médio, desde que o professor interfira positivamente, aproveitando as vantagens que ele oferece em relação aos limitados recursos do quadro-negro, como as animações citadas pelos próprios alunos e, também, as entrevistas gravadas com cientistas como Rutherford. Fonte de reclamação dos alunos, o som também deixa a desejar, visto que há uma tradução por cima do som original, enquanto este deveria ser apagado, dando lugar a uma dublagem.

O vídeo, com duração próxima de 20 minutos, apresenta parte do raciocínio de Bohr para propor seu modelo atômico, passando pela teoria atomística grega, de Dalton, de Thomson e de Rutherford, além de frisar os trabalhos de Maxwell e Planck. Embora, de maneira didática, este vídeo vem a apresentar a concepção dos modelos atômicos, traz o cientista como um ser isolado no mundo, um gênio que vive de maneira incomum, determinado apenas às suas pesquisas. Isso pode causar repulsão aos alunos em relação à prática científica. Mostra, entretanto, a ciência como o resultado da ação constante de vários pesquisadores, plausível de modelos a serem substituídos e não como verdade absoluta. Mas falta ao vídeo a contextualização. Com exceção do momento em que a narração dita que o tubo de raios catódicos desenvolveu os aparelhos de TV e os monitores de computador, não há qualquer relação com o cotidiano dos alunos.

Coleção Senior Physics

Não muito diferente quanto à abordagem, a TV Ontário desenvolveu a série *Senior Physics*, também relativa a modelos atômicos. Os quatro primeiros vídeos da série (com duração de 15 minutos cada) podem ser aplicados facilmente no ensino médio, com ressalvas ao grande volume de informações, não tão complicadas quanto ao do vídeo anterior. A maneira cômica como o vídeo (feito por animações) aborda os conceitos científicos desperta mais atenção dos alunos, em relação ao vídeo anterior. As informações, por tratarem do mesmo assunto, mas distribuídas em um tempo maior, permitem melhor entendimento, ainda que seja imprescindível a interferência do professor. Contudo, é mais completo e apresenta o átomo a partir das proposições gregas. Porém, peca ao citar as proposições de Demócrito e Leucipo como modelo atômico, além de faltar contextualização com a realidade.

Coleção Globo Ciência

A questão do contexto já é buscada pela coleção *Globo Ciência*, conforme mostra análise de quatro dentre os quinhentos programas da coleção de iniciativa da Fundação Roberto Marinho. Há um excelente catálogo (1984-1994) à disposição para consulta, com índice remissivo por assunto, o que facilita em muito o uso do

material. É interessante ressaltar que não há nenhum programa relativo ao tema átomo ou eletrólise, por exemplo, mas há muitos vídeos com alguma abordagem química.

Em consonância com os temas dos vídeos desenvolvidos pela Sociedade Brasileira de Química, foram escolhidos quatro programas para análise. Todos os programas seguem o formato padrão da coleção – o formato jornalístico, informativo. No início de cada programa, há uma apresentadora que já cita tudo o que será exibido, o que poderia ser trabalhado de forma investigativa. No máximo, poderia citar-se os temas que seriam apresentados, mas não a metodologia de apresentação.

A) PROGRAMA “ÁGUA DE BEBER”

O programa “Água de beber” (programa 190 da coleção Globo Ciência – ano 1989) inicia-se com imagens de pessoas que tomam água, com música ao fundo, enquanto a repórter expõe os temas que serão mostrados na programação. É alertado que a água pode ser foco de doenças e é realizada uma entrevista com um médico sanitário. Ele fala de algumas doenças que podem ser proliferadas pela água: cólera, hepatite tipo A e outras. Menciona que, em 1989, apenas 60% da população brasileira tinha acesso à água encanada e tratada. De maneira apenas informativa, nada didática, são ilustradas, por meio da gravação de menos de um minuto, as etapas de um processo de tratamento da água: captação, desareinação, floculação, decantação, filtração, cloração, adição de cal e flúor. Em seguida, um erro conceitual proferido pelo médico: ele diz que esses métodos não evitam as doenças químicas, definidas, por ele, como a contaminação por metais e agrotóxicos na água, que é capaz de atravessar o sistema convencional de tratamento. A Química, por essa afirmação, é reforçada como vilã da sociedade e, em momento algum, fala-se que a Química é responsável pelo tratamento da água. Como sugestão, ele poderia substituir “doenças químicas” pelo termo “envenenamento”.

Em seguida, é mostrado, sem qualquer aprofundamento, teste biológico da água, realizado por órgãos públicos. O médico indica a fervura para evitar a contaminação biológica, além da filtração e da cloração (pelas companhias de tratamento). É levantada a polêmica quanto à adição de cloro, quanto à possível

reação com agentes orgânicos na água, o que não seria salutar para o organismo. Mostra-se, então, tecnologia alternativa que substitui o cloro por um tratamento ultravioleta, utilizado para um condomínio de 2000 pessoas no Rio de Janeiro. Em entrevista com o engenheiro responsável, ele expõe que o método foi inspirado na pequena estação de tratamento utilizada na nave Apollo 13 e que, ao contrário da cloração, não há modificação do “sabor” da água. Há, também, uma entrevista com um engenheiro químico responsável por uma indústria de água mineral, na qual são explicados os processos de extração, qualificação e engarrafamento, de forma superficial e sem abordagem química suficiente para trabalhar o assunto no ensino médio. Também é feito um alerta quanto à poluição “química” nos rios e fontes, pelas indústrias, novamente relacionando a Química a um agente degradante do ambiente.

B) PROGRAMA “FÁRMACOS”

O programa “Fármacos” (programa 133 da coleção Globo Ciência – ano 1986), inicia com a jornalista contextualizando o tema com a dívida externa e um possível boicote deste tipo de matéria-prima, usada para a fabricação de medicamentos, o que seria um risco à saúde no país. Questiona-se, então, a tecnologia necessária para o Brasil ser auto-suficiente em produção de fármacos. Há, a partir daí, uma série de entrevistas com gerentes e responsáveis por algumas empresas nacionais do ramo fármaco: Instituto Vital Brasil, Instituto FIOCRUZ, dentre outras. Um deles afirmou que não se tem a pretensão de fabricar todo tipo de fármaco no Brasil, mas pelo menos aumentar a produção e a exportação, frisando, também, a importância das multinacionais no país, que poderiam, por meio de políticas favoráveis, fazer permutas com os fármacos nacionais. O foco sempre tende a exprimir a importância da relação entre governo e pesquisa. O teor político supera em muito o teor químico exposto no vídeo. As entrevistas são muito institucionais, incluindo sempre as estatísticas de produção das empresas, e o programa não é nada didático. No final, há um debate entre especialistas no assunto, que discutem políticas para o desenvolvimento da produção de fármacos no Brasil.

C) PROGRAMA “POLUIÇÃO DO AR”

O programa “Poluição do ar” (programa 039 da coleção Globo Ciência – ano 1985) também mostra tudo o que será apresentado em sua extensão, durante o bloco de abertura. Em seguida, a apresentadora lê uma carta de um espectador que pergunta sobre a distrofia muscular – tema totalmente descontextualizado com o programa. Após serem exibidos alguns segundos de imagem sobre a doença, a jornalista fornece um número de telefone pelo qual o espectador poderia tirar suas dúvidas. Em seguida, a apresentadora conversa com um repórter que, segundo ela, havia conversado com pesquisadores e especialistas no assunto abordado no programa.

O repórter fala com autoridade de cientista, esclarecendo a jornalista sobre a poluição. Para que houvesse mais credibilidade ao espectador, os esclarecimentos à jornalista deveriam ser feitos por cientistas, embora o repórter tenha usado argumentos coerentes sob o ponto de vista conceitual. Ele cita o exemplo de Cubatão, que foi a cidade mais poluída do Brasil. Há, então, uma seqüência de entrevistas. A engenheira química entrevistada afirma que a maior culpa da poluição nas grandes cidades é dos veículos e não das indústrias, principalmente o transporte público, a diesel, que libera muito enxofre ao ar. O ideal seria dizer que o diesel libera gases que contêm enxofre.

Durante a segunda entrevista, um técnico realiza testes visuais que medem a cor da fumaça do diesel liberada por meio de um cartão comparativo de poluição. Depois, mostra um teste de poluição por meio de aparelho que indica o teor de gases liberados por um carro a gasolina. Em outra entrevista, médico patologista da USP realiza testes de poluição pela combustão da gasolina e do álcool em cobaias (ratos). De acordo com ele, o combustível derivado da cana-de-açúcar é menos agressivo ao ambiente e a poluição derivada da gasolina pode induzir à proliferação de células cancerígenas mais facilmente. Por fim, entrevista com secretário nacional do meio ambiente revela que há falta de legislação ambiental. O programa também mostra-se ultrapassado, pois fala-se, em sua extensão, que falta legislação ambiental no Brasil e, hoje, há legislação ambiental, criada na constituição de 1988. O que falta, atualmente, é eficiência nos mecanismos de fiscalização e nos métodos de punição, pois as multas cobradas pelos órgãos governamentais, em muitos

casos, são pouco severas, incentivando os infratores a continuarem poluindo, pois os custos com o combate à poluição seriam maiores que os atributos pagos como punição.

D) PROGRAMA “A REVOLUÇÃO DOS PLÁSTICOS”

O quarto programa da coleção Globo Ciência que foi analisado trata de polímeros: “A revolução dos plásticos” (programa 226 da coleção Globo Ciência – ano 1989). No bloco de abertura, a apresentadora já conta o que será apresentado no programa, enquanto há imagens de indústrias do material. Há, em seguida, entrevista com doutora explicando o que é polímero, por meio de modelos flexíveis. Ela também utiliza analogia, usando barbantes e comparando-os a polímeros: barbantes pequenos interagem-se pouco enquanto barbantes grandes possuem maior interação entre si. A locução classifica os polímeros em termoplásticos e termorrígidos, apresenta estatística da produção brasileira desse material e mostra indústrias de plásticos, com destaque ao polietileno.

A repórter mostra um pacote com polietileno em grãos e pergunta como ele pode ser obtido daquela forma, por meio do petróleo. O químico responsável pela indústria fala um pouco sobre o craqueamento do petróleo e explica que a sua destilação forma produtos como o etileno que, após reação de polimerização, forma o polietileno. É mostrado o processo de fabricação do plástico na fábrica. Depois, mostra um teste de resistência entre o polietileno convencional e um tipo mais resistente: o polietileno de alto peso molecular. Em outra entrevista, fala-se do desenvolvimento de plásticos condutores de energia. Não são mostradas fórmulas e equações químicas durante o programa. O único momento em que aspectos microscópicos são abordados é durante a entrevista com a doutora que mostra modelos representativos das macromoléculas poliméricas, embora não sejam explicados os átomos constituintes, nem tampouco as cadeias carbônicas, importantíssimas para se compreender a polimerização. Este vídeo apresenta informações como em um telejornal, mas há poucas evidências de que o programa seja didático, considerando que não há aprofundamento de informação a ponto de ensinar alguns dos conceitos apresentados. Principalmente em relação aos

conceitos químicos, o vídeo peca nos aspectos didáticos mas, com a devida interferência do professor, o vídeo pode ser utilizado de maneira efetivamente didática.

E) COLEÇÃO GLOBO CIÊNCIA X PCN

Pôde-se notar que, de acordo com os quatro programas analisados da coleção Globo Ciência, não há a parte de representação e comunicação apresentadas, conforme proposto nos PCN. Portanto, a coleção mostra-se carente, principalmente, quanto aos aspectos representacionais e microscópicos da Química. Com o objetivo de observar melhor os aspectos cumpridos ou não cumpridos pela coleção Globo Ciência em relação às metas dos PCN, foi criada a tabela a seguir:

TABELA 1: Habilidades e competências (segundo os PCN) desenvolvidas com os programas analisados da Coleção Globo Ciência

HABILIDADES E COMPETÊNCIAS		PROGRAMA				TOTAL
		190	133	039	226	
Representação e comunicação	Descrever as transformações químicas em linguagens discursivas.				x	1
	Compreender os códigos e símbolos próprios da Química atual.					0
	Traduzir linguagem discursiva em simbólica e vice-versa. Utilizar a representação simbólica das transformações químicas e reconhecer suas modificações ao longo do tempo.					0
	Traduzir a linguagem discursiva em outras linguagens usadas em Química: gráficos, tabelas e relações matemáticas.					0
	Identificar fontes de informação relevantes para o conhecimento da Química (livro, computador, jornais, manuais etc).					0
Investigação e compreensão	Compreender e utilizar conceitos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-empírica).	x	x	x	x	4
	Compreender os fatos químicos dentro de uma visão microscópica (lógico-formal).					0

	Compreender dados quantitativos, estimativa e medidas, compreender relações proporcionais presentes na Química (raciocínio proporcional).					0
	Reconhecer tendências e relações a partir de dados experimentais ou outros (classificação, seriação e correspondência em Química).					0
	Selecionar e utilizar idéias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes.				x	1
	Reconhecer ou propor a investigação de um problema relacionado à Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes.	x	x	x	x	4
	Desenvolver conexões hipotético-lógicas que possibilitem previsões acerca das transformações químicas.	x		x	x	3
Contextualização sócio-cultural	Reconhecer aspectos químicos relevantes na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente.	x		x		2
	Reconhecer o papel da Química no sistema produtivo, industrial e rural.				x	1
	Reconhecer relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico da Química e aspectos sócio-político-culturais.		x			1
	Reconhecer limites éticos e morais envolvidos no desenvolvimento da Química e da tecnologia					0

Coleção SBQ

A Sociedade Brasileira de Química (SBQ), na tentativa de suprir esse tipo de carência, dentre outras presentes em materiais didáticos, produziu alguns vídeos educativos para introduzirem alguns conceitos para o Ensino Médio. Os temas são os mesmos analisados no programa Globo Ciência, que, por sua vez, foram escolhidos para serem comparados à coleção Química Nova na Escola, da SBQ. Podemos notar significativas semelhanças entre ambas as coleções. Os vídeos da

SBQ também apresentam formato telejornalístico, com bloco de abertura que apresenta todos os exemplos que serão mostrados durante o programa, enquanto que o interessante seria que fosse abordado, no máximo, os temas a serem trabalhados, mas de forma a despertar o caráter investigativo no espectador. Com exceção do programa que trata da poluição do ar, os outros são apresentados por um casal de atores que, em estúdio, levantam alguns questionamentos, fazem as locuções e apresentam os entrevistados.

A) PROGRAMA 1 DA COLEÇÃO SBQ - "AS ÁGUAS DO PLANETA"

Após revelar tudo o que será trabalhado em sua extensão, o programa "As águas do planeta", o primeiro da coleção SBQ, inicia-se com entrevistas, na rua, sobre a utilidade da água. O público manifesta seu ponto de vista. Por meio dos apresentadores, os estados físicos da água são apresentados em forma contextualizada com a cozinha. Fala-se, também, do pequeno percentual de água doce no mundo e, sem explicar como, cita que a água distribui energia pelo mundo por meio das correntes. Menciona-se a capacidade calorífica da água, que poderia ser relacionada à questão da energia, e é mostrado um quadro de calores específicos, de forma superficial, sem trabalhar, por exemplo, as relações inversamente proporcionais entre calor específico e condutividade térmica.

Em seguida, explica-se tudo sobre o suor e depois são feitos questionamentos a respeito, por meio de entrevistas na rua, enquanto que estas deveriam vir antes da explicação dos apresentadores. Alguns conceitos de calorimetria são trabalhados, como a diferença entre calor de evaporação da água ($540 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$) e calor de aquecimento ($1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$), mas não explica o porquê dessa diferença. Depois, munida de uma simples animação computadorizada, há a explicação de que a evaporação nos oceanos, ao consumir energia, esfria os tópicos enquanto a condensação, ao liberar energia, aquece regiões temperadas. Mas não explica o que são as regiões temperadas nem tampouco mostra ilustrações a respeito. Na seqüência, explica-se, por meio das ligações de hidrogênio, porque a água tem alto ponto de ebulição em relação a outras substâncias de massa molecular maior e porque a sua densidade é menor no estado sólido do que no líquido.

Com conotação ambiental, o vídeo denuncia a poluição no Rio de Janeiro, entrevistando um biólogo que compara o cheiro da Lagoa Rodrigo de Freitas a ovo podre. Um barqueiro local também reclama da sujeira nas águas. Depois, na estação de tratamento de água, o químico responsável explica, de maneira resumida, mas nem tanto quanto no programa “Globo Ciência”, os processos de decantação, coagulação, floculação, filtração e desinfecção (adição de cloro). Enquanto ele explica, o crédito referente à etapa de tratamento aparece na tela – com exceção da etapa de floculação, na qual também deveria aparecer. Durante a filtração, o químico frisa a importância de se utilizar também a filtração caseira, a fim de eliminar algumas impurezas resultantes nos encanamentos. Ao contrário do que se esperava do vídeo, nenhuma equação química referente ao tratamento foi utilizada.

B) PROGRAMA 2 DA COLEÇÃO SBQ - “FÁRMACOS”

Os apresentadores iniciam o programa “Fármacos” definindo que fármacos são substâncias extraídas das plantas, sendo isolados os princípios ativos. É mostrada indústria de remédios enquanto se fala das substâncias produzidas por síntese química ao invés da extração. Em seguida, os próprios apresentadores começam a questionar sobre plantas medicinais, enquanto isto deveria ser feito antes de se definir o que são fármacos. Nessa oportunidade, eles falam de usos medicinais da arnica, babosa, maracujá e gengibre, eficientes, respectivamente, no tratamento de pancadas, queda de cabelo, nervosismo e irritações na garganta. Os apresentadores, então, mostram todas as entrevistas que permeiam o programa.

Em seguida, há um pouco do histórico de fármacos, mostrando animação sobre o médico grego Galeno (130 a.C.), pioneiro na extração de medicamentos da natureza. As fórmulas galênicas se espalharam pela Europa no século XV. Depois, frisou-se bem o trabalho do alemão Emil Fischer, que criou o modelo chave-fechadura (analogia muito longa, feita com uso de animação computadorizada). Depois da analogia, o paracetamol é citado como exemplo de medicamento (chave), mas não mostra a interação dele com a biomolécula receptora no organismo – apenas fala das ligações intermoleculares de hidrogênio. Em entrevista com o Professor Eliezer Barreiro (UFRJ), é falado que Fischer ganhou um Nobel por

descobrir a estrutura da glicose. Ele também menciona que o fármaco é uma molécula pequena enquanto o sítio receptor, maior, estaria no organismo. Ele até fala que o modelo chave-fechadura está ultrapassado, pois implica rigidez e as moléculas são flexíveis. Portanto o termo não é apropriado. O professor Eliezer, então, define farmacodinâmica e farmacocinética.

Em entrevista realizada numa feira de plantas medicinais, a feirante profere que “os remédios naturais não têm química, por isso são mais saudáveis”. Nesse momento, os apresentadores deveriam abrir uma ressalva para corrigir ou, ao menos, questionar a afirmação da feirante, pois a Química está presente tanto em produtos artificiais quanto em produtos naturais. Depois da falsa afirmação, comum de ser ouvida no dia-a-dia, a feirante cita alguns medicamentos naturais e as respectivas enfermidades que cada um combate: Macaé (diarréia), colônia (depressão e pressão alta).

Depois, o assunto é direcionado ao isolamento de princípios ativos por meio da extração em plantas: quina (quinino), papoula (morfina) e cita o taxol. Nessa ocasião, é feito um alerta quanto ao vício e risco de morte pelo mau uso do princípio ativo. O doutor Eliezer, mais uma vez, entra em cena para diferenciar fármaco de droga. Ele faz a distinção por meio de analogias, atribuindo-lhes o apelido de fadas (moléculas do bem) e bruxas (moléculas do mal). Ele explica que fármacos “são princípios ativos processados farmaceuticamente, ou seja, para fabricar xaropes, comprimidos e assim por diante”, enquanto drogas são fruto de “referência antiga, como chás de uma folha que seria bom pro... fígado” (Exemplifica o professor). A distinção feita pelo professor da UFRJ, da maneira como está editada no vídeo, não ficou clara. Nota-se um corte brusco que interrompe a fala do professor durante a sua explicação sobre as drogas, onde há vestígios de que pode ter, na gravação original, um trecho no qual o professor continuava a explicar melhor o assunto.

Voltando ao histórico de fármacos, mostra ilustrações da quina, no Peru, onde era usada no combate à malária por meio da extração do quinino. Fala-se que, durante a Segunda Guerra, desenvolveu-se a síntese de medicamentos como a quinina, por meio da criação de moléculas, e não mais da extração de plantas. Em seguida, o professor Eliezer utiliza a “ultrapassada” analogia chave-fechadura para explicar a construção de moléculas. Falta, durante essa explicação, a exposição de aspectos químicos, sobretudo no campo representacional. Aspecto melhor

trabalhado no programa, o histórico da Química é novamente chamado à tona, quando mostra um pouco da origem da aspirina, há mais de um século, dando início aos medicamentos sintéticos.

É feita nova entrevista, sobre cuidados na medicação. Detalhe: não aparecem os créditos com o nome do entrevistado, como ocorreu com os outros. A exposição está presente, no programa, de forma muito superficial. O entrevistado ainda contradiz o conceito apresentado pelo professor Eliezer, dizendo que a definição de droga é aceita no lugar de princípio ativo do medicamento, pois é estranha ao organismo. Depois, sem explicar qualquer divergência entre as definições, o programa mostra estatísticas, em milhões de dólares, da arrecadação mundial dos fármacos. Mostra analogia, por computação gráfica, para explicar a interação entre fármacos e proteínas. A animação apresenta tendências para a má interpretação, pois utiliza modelos iguais se comportando de maneira diferente – em um dos casos há interação e no outro, não. O programa é finalizado com a explicação do professor Eliezer sobre modelagem molecular em computação gráfica, pela qual a pesquisa é facilitada, com base no modelo de Fischer. É frisado que a computação poupa muito tempo de trabalho na bancada, prevendo resultados que facilitam a pesquisa.

C) PROGRAMA 3 DA COLEÇÃO SBQ - “POLÍMEROS SINTÉTICOS”

O terceiro programa da coleção Química Nova na Escola é “Polímeros Sintéticos”. Os apresentadores o iniciam definindo, de acordo com o dicionário, o que é polímero. Depois de ser apresentado tudo o que o programa discorrerá, são mostradas imagens dos polímeros em nosso cotidiano (calçados, embalagens, sandálias, etc). É feita entrevista com pessoas na rua, perguntando-lhes o número de produtos de plástico que elas utilizaram naquele dia. Todos deram, ao menos, um exemplo correto. Mas quando se pergunta do que é feito o plástico, ninguém tem convicção para responder. Teve quem falou que se trata de produto orgânico que vem da seringueira – deveria, neste momento, explicar que o látex é um polímero natural, enquanto o plástico, artificial. Apenas uma pessoa falou que o plástico é um derivado do petróleo. Os apresentadores confirmaram.

É comentado que o petróleo possui várias substâncias, separadas por destilação fracionada. Uma delas é o monômero eteno, que dá origem ao plástico.

Neste momento, caberia utilizar-se de reações de polimerização que mostrassem a formação do polietileno. Mas as reações de polimerização não são bem exploradas neste vídeo, deixando-o incompleto quanto à compreensão química desse importante fenômeno que dá origem a substâncias orgânicas.

Os apresentadores citam os polímeros naturais (polissacarídeos, proteínas, etc), explicando que estes se encontram no algodão, na madeira, nos cabelos e no látex, por exemplo, enquanto os sintéticos são produzidos pelo homem por meio de reações químicas. Nesse instante, o espectador pode ser induzido a pensar que não há reações químicas de polimerização nos produtos naturais, o que não é verdade. É resgatado um pouco do histórico da Química, falando sobre o químico Stalinger, que descobriu as macromoléculas no século XV – mas somente no século XX houve aceitação de seus estudos. Stalinger também desenvolveu a fabricação de polímeros sintéticos. Em momento algum mostra ou comenta-se como ele chegou às suas conclusões.

É mostrada a sacarose como molécula pequena (dezenas de átomos) e é dito que os polímeros, que são moléculas grandes, possuem milhões de átomos. Rapidamente, são mostrados os reagentes e os produtos de uma reação de polimerização, de forma que não se compreende como a própria polimerização ocorre. Não há animação para facilitar a compreensão dessa reação, o que seria interessante. Nesse momento, define-se, novamente, polímero (poli=muito; mero = partes). Este momento foi apropriado para definir polímero, portanto não havia necessidade de fazê-lo no início do programa, o que vem a atrapalhar um ensino investigativo aos espectadores, ou seja, um programa no qual as definições fossem negociadas, por meio de questionamentos que partissem de algo conhecido pelos alunos, e não apenas apresentadas como produtos já lapidados, sem a possibilidade de construir o conhecimento. O vídeo mostra, como exemplo de polímero, uma fraca representação de uma molécula PET, pois não há fórmulas, apenas bolinhas interligadas em cadeia reta, induzindo a pensar que há apenas um tipo de átomo na substância.

A exemplo do que ocorre no programa com mesmo tema da coleção Globo Ciência, há uma analogia que utiliza pequenos e grandes fios para demonstrar que as moléculas menores se interagem menos que as grandes. Nesse momento, explica-se o que são polímeros reticulados (que formam redes e, por isso, são mais

resistentes), citando o pneu como exemplo. Também falou que esse tipo de polímero pode ser classificado em flexíveis/moles (muito alinhamento – macromoléculas em alta temperatura) ou rígidos (pouco alinhamento – macromoléculas em baixa temperatura). Neste momento, ao invés de mostrar o comportamento de um polímero sob baixa e sob alta temperatura, mostra uma animação com a molécula de água, o que pode induzir o espectador a pensar que esta substância seria uma macromolécula. Poderia se comentar que na água líquida, por meio de ligações intermoleculares, as moléculas se comportam como macromoléculas $(H_2O)_n$. Também se deveria falar da vulcanização.

Em seguida, define-se transição vítrea, citando como exemplo o poliacetato de vinila (PVA) no chiclete, explicando que sua temperatura de transição é maior que a do meio e menor que a do corpo humano e, por esse motivo, a goma de mascar amolece na boca. É citado um bom exemplo: chiclete grudado na roupa sai bem mais fácil se for congelado, pois ele endurece sob baixa temperatura. O ideal seria se esse exemplo fosse trabalhado de maneira investigativa, lançado em forma de uma questão que perguntasse como tirar o chiclete grudado na roupa. Mas o vídeo já apresenta a solução sem ao menos questionar, reforçando um ensino autoritário em detrimento do ensino investigativo.

Na seqüência, são citados, mas não explicados os processos de fabricação de objetos feitos em plástico: extrusão, injeção, moldagem por compressão, rotomoldagem, sopro e formação a vácuo. Enquanto os processos são citados, são mostradas imagens aleatórias da fabricação de utensílios plásticos. Em entrevista, engenheiro químico fala das siglas para simplificar o enorme nome dos polímeros, como PVC, PVA e PET. Mostra PET bruto e, depois, manufaturado, apresentando o processo de fabricação de uma garrafa, falando de alguns processos citados no início deste parágrafo. O engenheiro químico fala que há processos físicos e químicos na produção de polímeros. Ele cita a reação de esterificação (ácido + álcool \rightarrow éster), que pode dar origem à polimerização (éster + éster \rightarrow poliéster), falando que o PET é um poliéster com matérias-primas derivadas do petróleo. Apesar de haver citação desses processos químicos, não há representação por fórmulas ou equações, o que facilitaria bastante o entendimento do espectador.

Por fim, os apresentadores frisam que os gastos de energia na fabricação dos plásticos são muito menores que na indústria de metais, cerâmica, vidro e cimento,

mas causa problemas ambientais devido à má educação. Falam, então, da campanha 3R (Reduzir, Reaproveitar e Reciclar), mostrando o projeto “Reciclagem e Cultura” na favela de Vigário Geral – Rio de Janeiro. Segundo os moradores entrevistados, o projeto, além de beneficiar o ambiente, mantém as ruas limpas e gera empregos.

D) PROGRAMA 4 DA COLEÇÃO SBQ - “A QUÍMICA DA ATMOSFERA”

O último programa da coleção *Química Nova na Escola* é “A química da atmosfera”. Diferentemente dos outros programas, não há a presença dos apresentadores. O programa inicia com entrevistas na rua, perguntando “O que é oxigênio?”. As respostas foram sempre relacionadas à respiração e à água. Destaque para duas respostas: uma fala que se trata de um elemento químico e outra comenta que é aquilo que deveríamos respirar, se estivesse puro. Neste momento, falta um comentário de especialista ou narração para corrigir o erro conceitual proferido na frase há pouco citada. Na correção, deveria esclarecer como respiramos o gás oxigênio – que este está inserido em uma mistura gasosa e não está puro. Portanto, precisamos de ar puro e não de oxigênio puro!

Por meio de equipamento eletrônico, mostra a análise automática da poluição do ar em São Paulo. Continuando com a entrevista nas ruas, com as mesmas pessoas entrevistadas, pergunta se o oxigênio é um gás. Todos confirmam, embora um afirme que pode ou não ser um gás. Neste momento, poderia ter alguma explicação sobre ponto de fusão e de ebulição das substâncias e, principalmente, dos gases nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP). Enquanto o céu é filmado, há locução, *em off*⁴, do professor do Instituto de Química da Unicamp Wilson Jardim. Ele fala sobre a atmosfera e, em seguida, sua imagem é revelada, ao discorrer sobre a composição da atmosfera, majoritariamente, por oxigênio (20%) e nitrogênio. O vídeo, a partir de então, tem a aparência de uma aula filmada, na qual o professor conta sobre a evolução dos organismos anaeróbicos para os organismos fotossintéticos: para fugir da grande concentração do oxigênio, os seres habitaram os mares, desenvolvendo, assim, a vida no planeta, pois a baixa concentração de oxigênio nos oceanos desfavorece as reações de oxi-redução.

De volta às entrevistas na rua, é perguntado se o oxigênio é corrosivo. Todos respondem que não! O narrador contesta, dizendo que, por provocar a oxidação, o oxigênio é corrosivo, e cita a ferrugem e a putrefação da maçã como exemplos. A questão foi bem introduzida e a interferência do narrador foi construtiva, mas o professor Wilson Jardim já respondeu a pergunta antes dela ser feita no vídeo, ao falar sobre a oxi-redução. Jardim continua sua explanação, falando que o aumento da concentração de oxigênio para cerca de 20% da atmosfera foi a maior mudança ocorrida no planeta. Por meio da computação gráfica, mostra animação de planetas com 60% de CO₂ na atmosfera, comparando-os à Terra antes da vida. Mostra as camadas da atmosfera terrestre e a sua composição química: 79% N₂, 20% O₂, 1% de Argônio e apenas 0,04% de CO₂ (Há um pequeno erro matemático na soma do percentual de todos os gases).

O professor fala que 99% da massa atmosférica do planeta está nos primeiros 30 km de altitude, do total de 500 km da atmosfera, constituída por quatro camadas: troposfera, estratosfera, mesosfera e termosfera. Ele diz que o homem, ao aumentar a concentração dos gases de menor quantidade, interfere, principalmente, nos primeiros 30 km de altitude, o que toma a troposfera e parte da estratosfera. Ainda complementa que gases como o Nitrogênio e o Oxigênio têm concentração constante. A ação humana, segundo Jardim, prejudica o planeta, como, por exemplo, por meio da destruição da camada de ozônio e por meio do aumento do efeito estufa. Ele fala da alotropia entre O₂ e O₃, dizendo que a concentração de ozônio na atmosfera é monitorada, pois, na troposfera, é um gás venenoso, formado a partir de reações com solventes voláteis (produtos de limpeza, gasolina e outros derivados combustíveis) e óxidos de Nitrogênio. Ele ainda comenta que quantidade de ozônio superior a 100 ppb pode causar irritação aos olhos, garganta e nariz. Assim, o professor ainda classifica o Ozônio em bom (a 21 km de altitude, na estratosfera) e mau (formado na troposfera).

Em entrevista, a responsável pela análise do ar, por meio de equipamentos eletrônicos, fala que o ozônio aparece muito em parques (mas não fala por quê), afetando o sistema respiratório, e alerta para que não se pratique esportes entre 11:00 e 16:00, horários de pico do O₃. O narrador repete como o ozônio é formado

⁴ *em off* é uma expressão técnica utilizada, principalmente, para se definir que uma voz aparece sem mostrar quem a profere, enquanto, geralmente, outras imagens são mostradas.

na troposfera e Jardim fala da camada de ozônio e sua destruição por CFC. Faltam equações químicas. Novamente em entrevistas na rua, lança-se outra pergunta: o que é efeito estufa? Todos o associam com aquecimento do planeta, mas fazem confusão com a destruição da camada de ozônio. Ninguém esclarece a diferença nesse momento.

O professor Wilson Jardim fala que o efeito estufa é vital para o planeta, pois, por meio dele, moléculas refletem parte do calor absorvido para a Terra. Assim, noites de inverno sem nuvens são mais frias (ele até faz uma analogia, comparando as nuvens a cobertores). Sem esse efeito, segundo Jardim, a temperatura do planeta seria de 10°C negativos, inviabilizando a vida (pois toda a água seria congelada). Ele fala que o problema ocorre quando algumas moléculas liberadas na poluição aumentam muito o Efeito Estufa, gerando aumento na temperatura da Terra.

Por fim, entrevistas encerram o programa. Na rua, todos os entrevistados concordam que, ultimamente, as mudanças climáticas estão evidenciadas por mais secas, mais chuvas e aumento na temperatura. Depois, há entrevistas no III Fórum Social Ambiental, do qual participam pessoas do mundo inteiro, discutindo como os países ricos, maiores poluidores, podem compensar com justiça os países pobres, afetados pela poluição alheia. Membro da ONG “Amigos da Terra” afirma que 2002 foi o ano mais quente das últimas décadas, devido à queima de combustíveis fósseis e, no Brasil, também pelos 16000km² de floresta queimadas ao ano. Membro do Green Peace diz que, após a revolução industrial, a concentração de gás carbônico aumentou bastante e, se continuar no mesmo ritmo, a quantidade será dobrada até o meio deste século. O vídeo é encerrado com imagens no fórum.

E) COLEÇÃO SBQ X PCN

Pôde-se notar uma evolução nos vídeos da coleção *Química Nova na Escola* em relação à coleção *Globo Ciência*, principalmente quanto aos aspectos de Representação e Comunicação, ainda que deixem a desejar. Porém, quanto à questão de reconhecer ou propor a investigação de um problema relacionado à Química,, identificando e acompanhando as variáveis relevantes (uma das habilidades das competências “Investigação e compreensão”), os programas da

coleção Globo Ciência se mostraram mais eficientes, por não apresentarem, na mesma intensidade, a fórmula pronta antes de investigar o fenômeno.

Dentre os vídeos produzidos pela SBQ, o que melhor desempenha essa função é “A Química da Atmosfera”. Este mesmo programa apresenta exemplos que poderiam vir a desenvolver conexões hipotético-lógicas que possibilitem previsões acerca das transformações químicas, como a conclusão de que um agente oxidante é corrosivo. Mas a explicação aparece antes do questionamento, despotencializando o vínculo investigativo. No programa “Polímeros sintéticos” também há um bom exemplo que poderia ser explorado, mas a solução é apresentada sem qualquer questionamento: a questão de como retirar chiclete grudado na roupa.

Para facilitar a comparação entre os programas analisados e compará-los de acordo com as metas dos PCN, foi montada a seguinte tabela:

TABELA 2: Habilidades e competências (segundo os PCN) desenvolvidas com os programas da Coleção Química Nova na Escola

HABILIDADES E COMPETÊNCIAS		PROGRAMA				TOTAL
		1	2	3	4	
Representação e comunicação	Descrever as transformações químicas em linguagens discursivas.	x	x	x	x	4
	Compreender os códigos e símbolos próprios da Química atual.	x	x	x	x	4
	Traduzir linguagem discursiva em simbólica e vice-versa. Utilizar a representação simbólica das transformações químicas e reconhecer suas modificações ao longo do tempo.					0
	Traduzir a linguagem discursiva em outras linguagens usadas em Química: gráficos, tabelas e relações matemáticas.					0
	Identificar fontes de informação relevantes para o conhecimento da Química (livro, computador, jornais, manuais etc).					0
Investigação e compreensão	Compreender e utilizar conceitos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-empírica).	x	x	x	x	4
	Compreender os fatos químicos dentro de uma visão microscópica (lógico-formal).	x	x	x	x	4
	Compreender dados quantitativos, estimativa e medidas, compreender relações proporcionais presentes na Química (raciocínio proporcional).	x			x	2
	Reconhecer tendências e relações a partir de dados experimentais ou outros (classificação, seriação e correspondência em Química).					0

	Selecionar e utilizar idéias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes.	x	x	x	x	4
	Reconhecer ou propor a investigação de um problema relacionado à Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes.					0
	Desenvolver conexões hipotético-lógicas que possibilitem previsões acerca das transformações químicas.	x	x	x	x	4
Contextualização sócio-cultural	Reconhecer aspectos químicos relevantes na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente.	x		x	x	3
	Reconhecer o papel da Química no sistema produtivo, industrial e rural.		x		x	2
	Reconhecer relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico da Química e aspectos sócio-político-culturais.	x	x	x	x	4
	Reconhecer limites éticos e morais envolvidos no desenvolvimento da Química e da tecnologia		x	x	x	3

Análise de alguns programas Governamentais

O Governo Federal, além de permitir parcerias com a Fundação Roberto Marinho e a Rede Globo, também tem criado dispositivos para facilitar o acesso ao audiovisual nas escolas públicas de todo o Brasil. Aliados aos programas nacionais, estados, municípios e o DF também mostram alternativas para ampliarem o acesso a este tipo de mídia. Neste trabalho, dois programas foram analisados: a TV Escola, do MEC, e o Canal E, da SEEDF.

Desde setembro de 1995, por meio de um investimento de R\$ 70 milhões, está no ar a *TV Escola* (MEC, 2005), um canal exclusivo, via satélite, para promover a capacitação e atualização permanente dos professores, garantindo uma eficiente rede de recepção em todo o Brasil, inclusive em regiões de difícil acesso. Todas as escolas brasileiras de ensino fundamental com mais de 100 alunos receberam um kit tecnológico básico para captar e gravar as transmissões: antenas parabólicas, aparelhos de televisão, videocassetes e fitas VHS. Com três horas de duração e quatro repetições diárias, a programação visa ampliar e aprimorar os conhecimentos dos professores e diretores, visando-lhes a formação e a capacitação, além de também enriquecer suas atividades com os alunos em sala de aula.

De acordo com o Censo de 2003, existiam, no Brasil, 60.955 escolas públicas com mais de 100 alunos, comportando um total de 28.965.896 estudantes e 1.091.661 professores. A *TV Escola*, de acordo com o site oficial do MEC, está em 39.634 escolas (65% da rede pública brasileira). A programação também está disponível nos canais digitais da SKY (canal 26), TECSAT (canal 4) e DIRECTV (canal 237). A diversificada programação é composta por produções estrangeiras e nacionais (incluindo produções da própria *TV Escola/MEC*, da TVE e outras produtoras brasileiras).

Os vídeos de ciências, talvez por exigirem maiores tecnologias e custos de produção por trazerem temas como exploração espacial e evolução dos répteis, por exemplo, foram produzidos, em sua maioria, em outros países. A maior parte dos vídeos produzidos no Brasil são relativos, principalmente, à História e Geografia. Os programas da *TV Escola*, que são vinculados à Secretaria de Educação a Distância do MEC, são temáticos e interdisciplinares. É fornecido, aos colégios, um caderno fichário no qual se arquivam fascículos individuais, referentes aos programas disponibilizados pelo *TV Escola*. Assim, cada escola pode organizá-los conforme o seu interesse.

Cada fascículo, caracterizado por fichas avulsas sem paginação, possui cor característica que facilita a localização no fichário. Logo após o título do programa, traz os “conceitos a explorar”, as “competências a desenvolver” e a “interface com outras disciplinas”. Em seguida, vêm as “sugestões para explorar o vídeo”, propondo abordagem e atividades experimentais e teóricas a serem desenvolvidas em cada área envolvida. Por fim, sugere bibliografias relacionadas ao tema trabalhado no

fascículo. “Mas, apesar dos equívocos e tropeços no planejamento, implantação e orientação pedagógica, o TV Escola criou um fato novo: viabilizou as condições de entrada da formação audiovisual na escola” (Fischer, 2003, p. 111).

Outra alternativa proposta por órgãos governamentais é o Canal E (SEEDF, 2005), uma produtora de vídeo da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF), que funciona desde agosto de 1996, tendo por objetivo produzir programas de televisão e vídeos educativos que estimulem debate e aperfeiçoamento intelectual dos professores do DF, além de proporcionar recursos pedagógicos mais dinâmicos e modernos aos estudantes. O Canal E possui sede própria, com aparato técnico similar ao de emissoras de TV e uma equipe de profissionais da educação, do quadro de servidores da Secretaria de Estado em Educação do DF, os quais, por afinidade com os recursos de multimídia e pelo esforço próprio, desenvolveram a capacidade de operacionalizar os recursos necessários à produção audiovisual, desempenhando funções de: direção de imagem; produção de programas; programação visual; repórter; edição gráfica; operador de câmera; assistente de câmera; geração de caracteres; edição de imagem; iluminação; operação de controle mestre; operação de áudio; microfonista; eletricista; motorista e auxiliares administrativos.

O Canal E, cujo espaço físico se situa no Setor de Abastecimento de Indústrias do DF, possui um acervo de 149 vídeos de Química (além dos vídeos da TV Escola, com a qual possui um convênio), disponíveis para empréstimo às escolas públicas de Brasília, para que possam ser realizadas cópias por parte do professor interessado. Os vídeos disponibilizados pelo Canal E ou são produzidos pelo *Telecurso 2000* (TC 2000) ou fazem parte da coleção *Vestibulando*, a qual apenas apresenta aulas gravadas e voltadas para o vestibular, o que deixa muito a desejar quanto à abordagem, meramente tradicional e pouco contextualizada, envolvendo, de forma tradicional, todo o conteúdo de Química. Já os vídeos produzidos pelo TC 2000, ao contrário, possuem abordagem contextualizada, partindo de experimentos e/ou exemplos do cotidiano.

Nos catálogos da videoteca do Canal E não há registro de vídeo de Química produzido pelo próprio Canal E e tampouco pela TV Escola. Falta, também, um manual que auxilie o professor na utilização do vídeo. Não há sugestões de correlações entre muitos vídeos e o conteúdo abordado, o que vem a dificultar a sua

utilização. Há muitos vídeos estrangeiros à disposição para a TV Escola, fator que não auxilia na aproximação da Química com o cotidiano do aluno brasileiro, embora venham ser bem contextualizados. Muitos dos vídeos disponíveis relacionados ao Ensino de Química pertencem à série “Vestibulando”, a qual se caracteriza pela simples gravação de aulas.

Para que haja maior aproveitamento dos programas da TV Escola, estes devem ser gravados em fitas VHS distribuídas juntamente ao kit do MEC ou compradas pela própria escola, pois a programação é informada por meio de um catálogo bimestral que, na maioria das vezes, não oferece um vídeo que coincida com o tema trabalhado pelo professor na sala de aula. Falta, ainda, um catálogo extra que liste os vídeos pelos conteúdos normalmente trabalhados pelos professores. Há um livro com resumo de alguns vídeos e a associação ao conteúdo só pode ser feita se o professor ler cada resumo, pois o índice indica apenas o título, pelo qual não é possível distinguir o assunto trabalhado. As fichas avulsas, distribuídas pela TV Escola, oferecem os dados necessários para o professor preparar o uso do vídeo, conforme já explicado, mas falta um critério para a localização de tais fichas pelo professor que, ao procurar um vídeo, tende a procurá-lo pelo assunto estudado em sala de aula, e não pelo título do programa, a não ser que já o conheça. Esta dificuldade de acesso ao vídeo de tema específico procurado leva ao desestímulo do professor em trabalhar com o vídeo.

Consultando o banco de monografias em Licenciatura de Química da UnB, pode-se encontrar trabalhos que tratam especificamente o tema. Em um deles, Souza (2003) observou que alguns vídeos não continham assuntos relevantes com o tema químico proposto nas fichas dos programas da TV Escola (série “Como fazer?”). A generalização, marca dos programas, não permitia aprofundamento adequado. De acordo com a monografia, muitas fichas ainda omitem conceitos ou os trazem de forma equivocada, fazendo com que o professor perca tempo ao planejar a utilização dos programas referidos. Há, ainda, conceitos errados em alguns vídeos.

Em outra monografia, Pereira (2005) analisa três episódios da série “O mundo de Beakman”, também disponibilizada na programação da TV Escola, nas quais não houve constatação de problemas. Apesar da cautela conceitual preservada no programa, o público alvo é infantil, e não necessariamente o Ensino Médio – o que não vem a impedir que o programa seja usado no Ensino Médio, pois isso

dependerá de como o professor o utilizar. No mesmo trabalho, na análise referente ao vídeo “O petróleo”, não há abordagem química descritiva, mas pode-se explorar esta disciplina com a intervenção do professor. A mesma monografia também analisa o vídeo “Matéria e Teoria Molecular”, no qual foi concluído que a abordagem física é mais notável, mas a questão dos gases e da mudança de estados físicos pode ser perfeitamente trabalhada em Química. O trabalho também mostra repulsão à generalização na conclusão de que a exposição resumida do conteúdo dos filmes por meio dos catálogos da TV Escola não permitem a ampliação das possibilidades de uso do vídeo.

É interessante que, além de nova análise crítica sobre os conceitos nos vídeos desse programa, seja feito um índice remissivo por conteúdo de cada área de conhecimento, e não por título do programa, para facilitar a localização de determinado vídeo específico pelo professor, ampliando, assim, a utilização desta tecnologia.

Telecurso 2000

Conforme monografia de graduação em Licenciatura em Química, desenvolvida por Silva (2003), quase não foram usados símbolos químicos nas 12 tele-aulas analisadas (as 12 primeiras aulas de Química do TC 2000). O caráter investigativo é incentivado nas aulas, mas falta o desenvolvimento da parte relativa a símbolos e equações químicas. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), foi desenvolvida a tabela seguinte:

TABELA 3⁵: Habilidades e competências (segundo os PCN) desenvolvidas pelos alunos com as aulas analisadas do Telecurso 2000

HABILIDADES E COMPETÊNCIAS		TELEAULAS												Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Representação e comunicação	Descrever as transformações químicas em linguagens discursivas.								X		X		X	3
	Compreender os códigos e símbolos próprios da Química atual.												X	1
	Traduzir linguagem discursiva em simbólica e vice-versa. Utilizar a representação simbólica das reações químicas e reconhecer suas modificações ao longo do tempo.												X	1
	Traduzir a linguagem discursiva em outras linguagens usadas em Química: gráficos, tabelas e relações matemáticas.						X	X	X	X				4
	Identificar fontes de informação relevantes para o conhecimento da Química (livro, computador, jornais, manuais etc).	X					X	X	X				X	5
Investigação e compreensão	Compreender e utilizar conceitos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-empírica).		X	X	X	X	X	X			X	X	X	9
	Compreender os fatos químicos dentro de uma visão microscópica (lógico-formal).			X					X				X	3
	Compreender dados quantitativos, estimativa e medidas, compreender relações proporcionais presentes na Química (raciocínio proporcional).				X	X		X	X	X				5
	Reconhecer tendências e relações a partir de dados experimentais ou outros (classificação, seriação e correspondência em Química).		X	X	X	X	X							5
	Selecionar e utilizar idéias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes.		X	X	X		X	X						5

⁵ Dados extraídos da monografia de graduação da aluna Cecília Deolindo da Silva, orientada por Gerson Mol – UnB- Brasília- 2003.

	Reconhecer ou propor a investigação de um problema relacionado à Química, identificando e acompanhando variáveis relevantes.	X	X	X		X													4
	Desenvolver conexões hipotético-lógicas que possibilitem previsões acerca das transformações químicas.																		0
Contextualização sócio-cultural	Reconhecer aspectos químicos relevantes na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente.	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X					10
	Reconhecer o papel da Química no sistema produtivo, industrial e rural.	X			X		X	X	X					X					6
	Reconhecer relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico da Química e aspectos sócio-político-culturais.						X	X	X					X					4
	Reconhecer limites éticos e morais envolvidos no desenvolvimento da Química e da tecnologia	X						X	X										3

Em suma, as aulas do TC 2000 tratam o conteúdo químico de forma superficial, pois têm como meta atingir o público adulto já inserido no mercado de trabalho, e que dificilmente teria condições de concluir o Ensino Médio. Não visa, portanto, preparar o aluno para o mercado de trabalho e tampouco para o vestibular, ao contrário da coleção *Vestibulando*. Mas o TC 2000 ainda pode ser útil para o Ensino Médio Seriado, desde que tenha boa intervenção do professor, que deve, para tal, inserir os aspectos microscópicos da Química nos momentos oportunos do programa.

Verificando a análise do TC 2000 e dos outros audiovisuais mencionados, faz-se interessante, então, uma proposta de vídeo educativo que seja capaz de expor conteúdos de vestibular por meio de uma abordagem não-tradicional, capaz de contextualizar o assunto com a realidade do aluno e buscá-lo a partir de fenômenos naturais ou de experimentos, atendendo às metas propostas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e à tendência interdisciplinar.

3 POR QUE PRODUZIR UM VÍDEO DE QUÍMICA?

Com base no histórico dos vídeos didáticos, a produção para o ensino de Química não supre todas as necessidades. Este trabalho, no entanto, não visa o estudo quantitativo e estatístico dos vídeos direcionados ao ensino de Química, mas propõe a produção de um vídeo educativo que colaborará para ampliar as alternativas em Química Orgânica.

Mas por que um vídeo de Química Orgânica?

Muito pouco contextualizada em sala de aula, este campo da Química é normalmente apresentado aos alunos, seja por meio de livros ou aulas, com abordagem que favorece o decorar de fórmulas, sem mesmo frisar as origens das substâncias e tampouco como são formadas. Os aspectos históricos, assim como a aplicação no cotidiano, não são priorizados ou são vistos como “apêndices” em livros didáticos. De acordo com as fontes analisadas, os vídeos de Química Orgânica também tendem a seguir essa abordagem, tornando-se mera repetição de uma aula expositiva e tradicional. Portanto, a escolha de se produzir um vídeo educativo de Química Orgânica tem o intuito de propor uma diferenciada abordagem, de maneira a contribuir significativamente para o aprendizado do aluno. Para que este objetivo seja atingido, o vídeo deve ser atrativo para o aluno, possibilitando que os conceitos e a maneira de utilizá-lo sejam trabalhados adequadamente pelo professor.

A produção considerou os aspectos utilizados na classificação de vídeos didáticos, propostos no capítulo 4 deste trabalho, com a pretensão de atender melhor, também, aos critérios propostos pelos PCN. Conforme a avaliação de livros didáticos, um dos critérios abordados na ficha de avaliação de vídeos voltados ao ensino médio verifica a questão da experimentação. “Apesar do apoio quase total dos professores de ciências, pouco se investiga sobre a eficácia da experimentação, bem como o grande investimento de tempo, energia e de recursos” (Hodson, 1994). Entretanto, devido a várias dificuldades, o professor sente-se inibido a desenvolver um trabalho com experimentação. A falta de equipamentos de proteção individual ou coletiva, bem como a ausência de um local adequado para realizar experimentos, pode impedir até mesmo a demonstração de uma prática por parte do professor, especialmente quando substâncias perigosas devem ser manipuladas. Há ainda a possibilidade do reagente a ser utilizado ter um preço muito elevado ou ser de difícil acesso, o que pode desmotivar a escola a patrocinar determinado experimento.

Outro fator capaz de desestimular determinado experimento pode ser o grande tempo necessário para sua realização. Este trabalho propõe a produção de um vídeo no qual se possam reconhecer tendências e relações a partir de dados experimentais, conforme uma das competências desenvolvidas nas habilidades “Investigação e compreensão” dos PCN, por meio do relato de experimentos históricos, clássicos e alternativos com a borracha. Os relatos são essenciais para a compreensão da história da borracha e de alguns fenômenos orgânicos importantíssimos, como a vulcanização e a polimerização.

Em muitos vídeos de ensino, geralmente são abordados os aspectos técnicos como prioridade, o que pode colaborar com uma educação muito tecnicista, preocupada com a formação de especialistas. Krasilchik (1987) defende que o ensino secundário brasileiro, por não ser de natureza profissional, não tem a função de formar especialistas. No ensino de Química há muitos documentários que apresentam essa tendência tecnicista, alcançando o mecanicismo, o que pode causar nos alunos a mesma repulsão ao quadro-negro e giz da sala de aula, especialmente se tratar de uma aula expositiva gravada. Não que uma aula expositiva seja incapaz de fugir do mecanicismo, mas se o vídeo apenas repeti-la, não justificará o seu uso em substituição à aula convencional presencial.

Há, ainda, vídeos que em nada se preocupam com os aspectos técnicos, baseando-se em contextos relevantes, mas que não trazem relação direta com o assunto a ser estudado em sala de aula. Um vídeo deve aproveitar de seus recursos para ilustrar e estimular melhor a aprendizagem, sem ser cansativo ou taxativo ao aluno. Mas muitos vídeos voltados ao ensino apresentam os conceitos de forma muito direta, deixando os contextos como “apêndices” ou exemplos depois que o conteúdo já foi ministrado, conforme ocorre na maioria dos livros didáticos de ciências.

Para evitar resistência dos alunos em relação aos conteúdos químicos, a mediação didática pode ser realizada, por meio de vídeos, de maneira a abordar os conhecimentos químicos como objetos e não como sujeitos de uma trama. Os documentários podem propor a contextualização, usando aspectos históricos e sociais como ponto inicial da abordagem.

Mathews (1995) defende que a investigação histórica do desenvolvimento da ciência é extremamente necessária a fim de que os princípios que guarda como tesouros não se tornem um sistema de preceitos apenas parcialmente

compreendidos ou, o que é pior, um sistema de pré-conceitos. Dessa forma, a investigação histórica não somente promove a compreensão daquilo que existe no presente, mas também nos apresenta novas possibilidades. Uma parte significativa da literatura recente sobre História, Filosofia e Sociedade e Ensino de Ciências tem buscado apresentar conjunção entre a história e a psicologia do aprendizado. Embora essa questão possua uma longa história, ela recebeu um novo estímulo a partir das inúmeras teorias da ciência nas quais os conceitos e os métodos da ciência cognitiva têm sido utilizados para estudar os processos e a história da ciência. “O tratamento mais respeitado dado a essa visão encontra-se nos escritos de Jean Piaget; aliás, tal visão fundamenta toda a sua teoria do desenvolvimento cognitivo” (Mathews, 1995). Nesse contexto, os vídeos não podem ser apresentados como palestras aglomeradas de informações novas; devem partir do conhecimento prévio do aluno e, a partir daí, aprofundar-se nos diversos assuntos.

A transposição didática “mediada” deve ocorrer de maneira crescente. Na produção de vídeos que retratem, por exemplo, a Amazônia, é importante que se parta de aspectos sociais e aspectos biológicos da floresta, macroscópicos, para então questionar sobre aspectos químicos, microscópicos. Depois, pode-se trabalhar os aspectos representacionais da Química. Chevallard (1991) define transposição didática como “o trabalho de transformação de um objeto de saber a ensinar em um objeto de ensino”. O termo transposição didática é muitas vezes associado à idéia de reprodução, movimento sem alterações. No entanto, “deve-se referir ao processo de mediação didática, não em sentido semelhante, mas levando em consideração as contradições, as relações complexas e não imediatas, num sentido de dialógica” (Driver e Oldham, 1986).

Ainda de acordo com Driver e Oldham (1986), pode-se entender que a visão construtivista do aprendizado sugere que o significado seja construído por pessoas que querem entender o mundo, num processo que depende mais delas que apenas das situações. O cérebro, então, não é passivo, pois não armazena indiscriminadamente as informações, mas as seleciona. Portanto, o aprendizado vem com o esforço, sendo o aprendiz responsável pelo próprio aprendizado.

Há, portanto, necessidade de reformulação de nossa perspectiva de ensino-aprendizagem, que considere idéias pré-existentes e que reconheça o papel ativo do sujeito como construtor do conhecimento. Se faz necessário um contexto

que encoraje estudantes a serem ativos, explicitando aos mesmos o caráter transformador da prática.

Considerando o método genético-experimental de Vygotsky (1987)⁶, citado por Moreira (1999) é recomendável que os documentários levantem questões aos alunos, durante as aulas, que excedam seus níveis de conhecimento e habilidade. Tais questionamentos despertam a curiosidade dos alunos, estimulando-os a participarem mais das aulas.

Bruner (1976) concentra sua teoria na predisposição para explorar alternativas, sendo três os processos dessa exploração:

- Ativação;
- Manutenção;
- Direção.

A ativação é a etapa que dá início ao processo. Pode ser exemplificada pela curiosidade do aprendiz. A manutenção é a responsável pela consolidação do processo, como, por exemplo, a instrução. A direção, através da verificação do objetivo e de alternativas, é a etapa cuja função está na organização do processo.

Ainda segundo Bruner (1976), a estrutura de uma matéria apresenta:

- Forma de representação;
- Economia;
- Potência efetiva.

A “Forma de representação” pode ser mediada por gráficos, ícones, símbolos e, principalmente, no caso do vídeo, por meio da imagem, elemento mais importante e inovador dos recursos audiovisuais. Importante e inovador porque a principal contribuição do vídeo para o ensino está na sua capacidade de mostrar ao aluno situações e/ou fenômenos mais difíceis de serem observados apenas com recursos de áudio, como a exposição oral.

A importância da “Economia” está na maximização das informações e, para tanto, não se pode ter muitas informações ao mesmo tempo, para que a qualidade das mesmas não sejam deterioradas pela sua quantidade excessiva.

A “Potência efetiva” se justifica porque prega a capacidade de relacionar as informações citadas no discorrer de determinado assunto.

⁶ VYGOTSKY, Lev S. (1987). *Pensamento e linguagem*. 1ª ed. Brasileira. São Paulo, Martins Fontes. 135 p.

Há semelhanças muito grandes entre o método de Bruner (1976) e o método proposto neste trabalho, no qual se propõe a apresentação de documentários como a etapa da “ativação”. Depois, o uso da instrução como o processo de “manutenção” e a verificação dos objetivos (etapa da “direção”) através de questionamentos, usando as imagens dos vídeos como a forma de representação inicial, numa abordagem construtivista. Esses questionamentos têm a função de despertar a curiosidade dos alunos, levando-os a participarem mais das aulas.

A imagem aprendida nos livros, controlada e vigiada pelos professores, bloqueia a imaginação. Efetivamente, o que bloqueia a imaginação é a imagem imposta, intelectualizada, a imagem pré-concebida, estereotipada. Quando um país impõe um estilo uniforme de imagens e as propaga, subjuga a imaginação. A livre difusão de imagens, pelo contrário, como se dá agora no cinema, na televisão e na publicidade, estimula as forças imaginativas (Babin e Kouloumdjian, 1989, citado por Ferrès, 2006)⁷.

Mas a imagem controlada autoritariamente pelos professores, sem a hipótese de dialogar, desestimula a pesquisa e o interesse do aluno, mesmo que se utilizem recursos audiovisuais sofisticados:

A imagem, o filme, os procedimentos audiovisuais, com os quais toda pedagogia que quer parecer moderna nos golpeia os ouvidos, são auxiliares preciosos como ajudantes ou muletas espirituais, e é evidente que estão em franco progresso em relação a um ensino puramente verbal. No entanto, existe um verbalismo da imagem como também um verbalismo da palavra, e, confrontados com os métodos ativos, os métodos intuitivos não fazem mais que substituir, quando esquecem a primazia irredutível da atividade espontânea e da pesquisa pessoal ou autônoma do verdadeiro, o verbalismo

⁷ BABIN, P.; KOULOUMDJIAN, M. Os novos modelos de compreender: a geração do audiovisual e do computador. São Paulo: Paulinas, 1989.

tradicional por este outro mais elegante e mais refinado (Piaget,1969, citado por Borges e Fracalanza, 2000)⁸.

Para não cair nesse desestímulo também frisado por Piaget, o vídeo didático não pode tender ao verbalismo tradicional da sala de aula, o que é muito comum nessa categoria audiovisual. Assim, além do professor precisar mediar o uso adequado do vídeo, é preciso que se tenha elementos que prendam a atenção do espectador, diferentes da simples locução de temas referentes ao conteúdo estudado. O guia do vídeo didático não deve ser necessariamente o seu foco principal. Este deve ser inserido à medida que determinada história é contada. E é de responsabilidade desta história a apreensão da atenção do aluno.

Assim, este trabalho visa à produção de um vídeo que prenda a atenção do aluno por meio de aspectos históricos da borracha na Amazônia e no mundo. E, aos poucos, vão se introduzindo os conceitos químicos, ao se fazer relações com o cotidiano e com outras disciplinas. O vídeo desenvolvido neste trabalho tem a inserção desta preocupação, a qual pode ser percebida de acordo com o quadro abaixo:

⁸ PIAGET, J. Psicologia e Pedagogia. Rio de Janeiro: Forense, 1969.

QUADRO 2: Relação Histórico X Cotidiano X Abordagem Química do vídeo produzido

Histórico	Cotidiano	Abordagem Química ou interdisciplinar
Colombo – caucho (índios)		História / Geografia
1735 – Charles de la Condamine (Primeiro estudo científico sobre a borracha)	A importância do seringueiro como guardião da floresta	Matéria; Substância; Material; Ligações Químicas; Ligações Intermoleculares; Moléculas; Polimerização.
1800 – Sandálias de borracha (índios)		História / Geografia
1823 - Macintosh (Impermeabilização)		
1839 – Goodyear (Vulcanização)		Deslizamento entre as moléculas; Vulcanização quente e fria.
1845 – R.Thomson (Invenção do pneu e câmara de ar)		História
1850 – 1910 (Hegemonia da borracha amazônica no mundo)		História / Geografia
1876 – Henry Wickham (Biopirataria)		História / Sociologia
1910 - Crescimento dos seringais de cultivo na Ásia; - Crise da borracha amazônica		História / Geografia
1912 “Plano de Defesa da Borracha” no Brasil		Biopirataria

<p>1942-1945(2ª Guerra)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bloqueio japonês na Ásia; - Novo auge da borracha no Brasil; - Soldados da Borracha; - Pesquisas dos E.U.A. para sintetizar a borracha em laboratório. 		<p>Historia; Borracha natural e sintética; Conceito de Química orgânica; Grupos Funcionais; Polímeros artificiais e sintéticos; Termorrígidos e termofixos; Elastômeros.</p>
<p>1945</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fim da guerra; - Fim do bloqueio japonês; - Consolidação da borracha sintética; - Nova crise da borracha brasileira. 		<p>História</p>
<p>Década de 1960</p> <ul style="list-style-type: none"> - JK e a indústria automobilística nacional; - Novo auge da borracha brasileira; - Mal-das-folhas; - Nova crise; - Cultivo de seringais em outras regiões brasileiras. 		<p>História</p>
<p>Décadas de 1970/80</p> <ul style="list-style-type: none"> - Crescimento dos seringais de cultivo brasileiros; - Manutenção de uma política de proteção comercial à borracha natural; - Estabilização do mercado brasileiro de borracha. 		<p>História</p>

<p>Década de 1990</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desmantelamento da política de proteção da borracha nacional; - Aumento da concorrência; - Crise da indústria mundial; - Crise do Japão; - Queda dos - Globalização da economia brasileira; - Nova crise no Brasil. 	<p>A diversidade do emprego da borracha</p>	<p>História / Geografia; Dureza e Flexibilidade da borracha proporcional à adição de enxofre</p>
	<p>- Métodos de produção de borracha bruta: . Cernambi e Péla.</p>	
	<p>- Métodos de Beneficiamento da borracha natural: Usina e Métodos Alternativos (Tecbor e o chamado Couro Vegetal)</p>	<p>Sociologia; Coagulação pela acidulação sem fumaça; Vulcanização</p>
		<p>Química e Sociedade: A importância da Química para o seringueiro e para a sociedade</p>

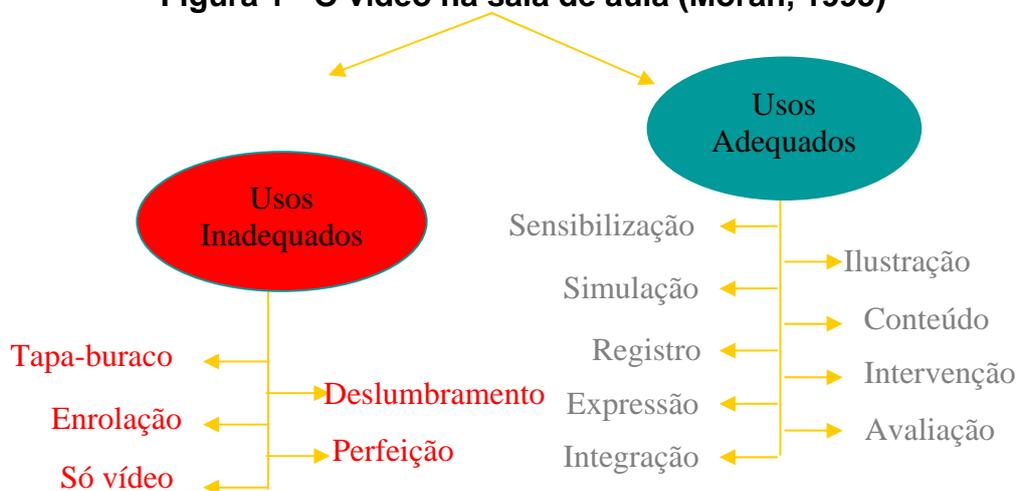
Dessa maneira, o roteiro elaborado neste trabalho (ANEXO II) reforça a idéia de que o conteúdo de um documentário não pode ser sujeito, mas sim o objeto de uma trama, conforme percebido em análise comparativa realizada por Guimarães (2000) entre os programas “Castelo Rá-ti-bum” e “Rá-ti-bum”.

4 CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO E USO DE VÍDEOS DIDÁTICOS

Realmente não se podem esperar milagres em relação ao vídeo no ensino, pois a sua eficácia depende da forma como o professor o utiliza. Assim também ocorre com o computador e até com retroprojetores e projetores de slides. O uso intensificado de determinada tecnologia acaba por levar à mesmice, deixando-a com o mesmo estímulo de uma aula com a tradicional exposição teórica no quadro-negro. A questão da novidade é quem chama a atenção dos alunos e, por esse motivo, as tecnologias devem ser utilizadas de maneira dosada para despertar o interesse do aluno com maior sucesso. “A forma pela qual o material deve ser assistido pode variar conforme o grupo e a relação do professor com a classe” (Napolitano, 2003). O autor defende que quanto menor for a maturidade da turma, mais vezes deve se repetir o trecho do audiovisual analisado e menos rígido deve ser o procedimento adotado. A espontaneidade do material, assim, favorece a motivação dos alunos.

Nesse contexto, Moran (1995) apresenta usos inadequados e adequados para o vídeo em sala de aula. Dentre os usos inadequados, o autor classifica o vídeo como “tapa-buraco”, “enrolação”, “deslumbramento”, “perfeição” e “só vídeo”. Para os usos considerados adequados pelo autor, são listados “vídeo como sensibilização”, “vídeo como ilustração”, “vídeo como simulação”, “vídeo como conteúdo de ensino”, “vídeo como documentação”, “vídeo como intervenção”, “vídeo como expressão”, “vídeo como expressão”, “vídeo como avaliação”, “vídeo-espelho” e “vídeo como integração / suporte de outras mídias”.

Figura 1 - O vídeo na sala de aula (Moran, 1995)



Ao analisar as classificações do vídeo quanto à sua inadequação, pode-se concluir que o seu uso apenas como tapa-buraco, ou seja, em situações de imprevisto, como a eventual falta de algum professor, causa no aluno a sensação de que essa tecnologia não possui nenhuma função didática, a não ser a de mantê-lo ocupado em sala de aula. Para que o vídeo não seja tachado como “enrolação”, deve ter ligação com a matéria e o conteúdo trabalhado com os alunos. Mesmo que os alunos aparentemente gostem da atividade, porque não houve aula propriamente dita, futuramente discordarão do recurso e o associarão a uma camuflagem da aula.

Porém, se o aluno tiver contato com o vídeo em quase todas as aulas, terá a tendência de achar a experiência como parte da rotina, o que diminui a motivação. De acordo com Moran (1995), essa utilização do recurso audiovisual é classificada como “deslumbramento” por parte do professor.

“Só vídeo” numa eventual aula, mesmo contextualizado com o assunto estudado, também não tem boa eficácia, se não houver discussão posterior ao seu uso. Os trechos do vídeo pertinentes à discussão dos conteúdos podem ser abordados como aspectos macroscópicos e, a partir daí, questionar-se e introduzir o assunto pertinente. Mas existem vídeos que trazem situações exageradas ou até impossíveis e nem por isso deixam de apresentar valor didático.

A imagem pode causar forte influência na lembrança dos alunos, mas as informações contidas em um vídeo didático não precisam necessariamente estar impecáveis em termos conceituais, a fim de se evitarem problemas na compreensão do espectador. Um documentário que apresente defeitos pode ser perfeitamente utilizado em sala de aula, desde que o professor discuta os erros com os alunos, corrigindo-os. Em se tratando de ficção, também não é necessário limitar o uso de vídeos apenas àqueles sinônimos de “perfeição”, pois mesmo aqueles que apresentam problemas também podem ser utilizados, junto aos alunos, com o objetivo de procurar erros conceituais, até porque os vídeos desse gênero, por não possuírem função didática, não são obrigados a trabalharem conceitos científicos e até buscam uma linguagem mais próxima à compreensão popular, podendo incorporar, assim, abordagens precipitadas. Pode-se comparar, por exemplo, os filmes *2001- Uma odisséia no espaço*⁹, aos filmes da série *STAR WARS*¹⁰, frisando

⁹ 2001 – Uma odisséia no espaço. Direção de Stanley Kubrick. EUA: MGM/Polaris, 1968. Bobina cinematográfica (149 min), son., color., 35 mm.

que, no primeiro, o som não se propaga no espaço – abordagem correta, que não é repetida no segundo. No filme *O TREM ATÔMICO*¹¹, há um discurso equivocado que pode ser trabalhado pelos alunos para a correção da afirmação de que volátil é sinônimo de explosivo.

Os vídeos documentários, mesmo trabalhando corretamente os conceitos, podem não utilizar uma abordagem apropriada, deixando de contextualizar o objeto em estudo. Nesse caso, o professor pode intervir de maneira positiva, parando o vídeo nos momentos adequados para fomentá-lo com exemplos de aplicações, no cotidiano, dos fenômenos observados.

Segundo Bruner (1976), verificando as propostas de utilização adequada do vídeo, pode-se concluir que o “vídeo como sensibilização” é o uso com a intenção de despertar motivação no aluno, levando a um processo de ativação. A partir de tal motivação, é possível questionar os alunos sobre trechos do vídeo capazes de introduzir um conteúdo, o que seria explicado pelo processo da Direção (Bruner, 1976), de forma que pode ser mais interativa e contextualizada do que um assunto abordado inicialmente no quadro-negro. Depois, pode-se partir para o quadro ou para uma experimentação a fim de consolidar o aprendizado, fato que seria inserido no processo de Manutenção, embora a experimentação seja um fator instigante que caberia também no processo de ativação. É válido lembrar que a experimentação, de acordo com Aragão, Silva e Zanon (2000), não tem a função de comprovar a teoria ou vice-versa, pois ambos precisam caminhar juntos para que o ensino seja mais eficiente.

O “vídeo como ilustração” serve para mostrar algo que já foi citado em sala de aula, como lugares ou épocas remotas, mas pode ser eficaz se o vídeo for mostrado antes da introdução teórica e formal do assunto, apresentando também, nesse caso, a função de “vídeo como sensibilização”.

Conforme já mencionado, o professor deixa de realizar experimentos com os alunos devido à falta de reagentes, à precariedade de equipamentos de proteção coletiva ou individuais, ao tempo que seria gasto para preparar ou realizar o experimento com os alunos. Uma alternativa pode ser o uso de vídeos nos quais os experimentos foram gravados e editados de maneira a não consumirem muito tempo

¹⁰ STAR WARS – Uma nova esperança. Direção de George Lucas. EUA: Lucas Film Ltda, 1977. Bobina cinematográfica (121 min), son., color., 35 mm.

dos alunos e nem dos professores. Esses vídeos se encaixam na categoria “vídeo como simulação”, que possui características em comum com o “vídeo como conteúdo de ensino”, no qual o conteúdo pode ser abordado direta ou indiretamente.

A forma direta apresenta temas explicitamente relacionados ao conteúdo, como, por exemplo, a gravação de um experimento químico específico. A forma indireta pode apresentar situações nas quais determinado personagem deve utilizar algum conhecimento científico para resolver problemas cotidianos. É o que ocorria muito no seriado *Profissão Perigo*¹², exibido na década de 80 pela TV Globo, no qual o personagem McGyver manipulava materiais, obtendo efeitos que o permitiam sair de situações de perigo. Tal uso do vídeo deve ser intermediado pelo professor de maneira a esclarecer que a Ciência não é feita apenas com acertos, pois o McGyver, por exemplo, consegue realizar suas práticas sem um erro sequer – como se qualquer experimento funcionasse 100% na primeira tentativa.

O programa de TV *Mundo de Beakman*¹³, ao contrário, pode ser citado como forma direta de se introduzir um conteúdo de ensino, embora de forma descontraída, como também o é no programa *Rá-Tim-Bum*¹⁴. Já *Vila Sésamo* e *Castelo Rá-Tim-Bum*¹⁵ seguem pela forma indireta, que pode trazer abordagens interdisciplinares mais facilmente que a forma direta.

Na utilização de vídeo em sala de aula, é importante que o professor tenha seu próprio material para evitar problemas como a indisponibilidade momentânea para empréstimos, que pode vir a ocorrer no exato momento no qual o professor precise do material para trabalhar em sala de aula. Nesse sentido, há importância no “vídeo como documentação”.

No quesito referente ao registro de aulas, faz jus ao “vídeo como avaliação” ou “vídeo-espelho”, no qual o professor grava as aulas para avaliar a sua performance e a dos alunos. Mas essa proposta só terá sucesso se o professor e os alunos tiverem humildade para reconhecerem seus erros. Exige, portanto, maturidade de ambas as partes. Embora importante, essa classificação não é pertinente às metas deste trabalho.

¹¹ O TREM ATÔMICO. Direção de Dick Lowry e David Jackson. EUA: Europa filmes distribuições, 1999. Bobina cinematográfica (110 min), son., color., 35 mm.

¹² Profissão Perigo (McGyver). Direção de Alan Smithee, 1985. EUA: Paramount Home Vídeo distribuições. Bobina cinematográfica (60 min/cada episódio da série), son., color., 35 mm.

¹³ O MUNDO DE BEAKMAN. EUA, 1993: Vídeo (20 min/cada programa), son., color.

¹⁴ RÁ-TIM-BUM. 1990. Brasil: TV Cultura. Vídeo (programação diária), son., color.

O “vídeo como intervenção” sugere que, para realizar uma intervenção na trilha sonora ou até na montagem do vídeo, o professor deve entender de edição de vídeo e ter acesso a equipamentos e/ou programas de montagem. É também um trabalho que exige muita atenção e nível mais crítico tanto do aluno quanto do professor. Por exemplo, poderia corrigir as cenas dos filmes *STAR WARS* apagando-se os sons de explosões ocorridas no espaço, pois, devido ao vácuo, o som não se propaga.

O uso do vídeo como “intervenção” está em oposição, portanto, ao uso como “perfeição”, no qual se busca apenas vídeos conceitualmente corretos em todos os aspectos. Há, ainda, a utilização do vídeo como “expressão”, na qual os alunos são incentivados a produzirem o próprio vídeo, que, para não destoar dos objetivos de ensino-aprendizagem, deve ser relacionado à matéria estudada. Como nem todo aluno tem acesso a câmeras e equipamentos de edição, pode-se propor a realização do trabalho em grupos grandes, a fim de baratear os custos da produção.

A classificação de vídeo como “integração/suporte de outras mídias” poderia estar inserida no vídeo como “documentação”, pois propõe apenas a gravação de programas de TV e de filmes em VHS ou em DVD para possibilitar a apresentação em sala de aula. Mas pode-se inferir a inserção dos vídeos interativos dentro do contexto de “integração”. Nos filmes de aptidões por parte do espectador, tais atividades se justificam pela constatação de que “a prática mental (que consiste em imaginar que a pessoa mesma execute os movimentos representados) ajuda na aprendizagem” (Baboulin e Boldan, 1983).

Deve-se, também, observar as influências negativas que a TV pode propiciar. Como exemplo, podemos citar um episódio do programa *Sandy e Júnior*, da Rede Globo, no qual os alunos queriam aproveitar uma sala vazia para criar um canal de TV, enquanto uma professora autoritária queria montar uma biblioteca. Ganhou a TV. A questão é: por que a mídia coloca a biblioteca como vilã da estória e a TV como mocinha? “Só aproveita bem a mídia moderna, TV, Internet, quem domina a antiga, a da leitura em papel (...) Por que os professores não escreveram à emissora, reclamando da associação entre livros e autoritarismo dos professores?” (Ribeiro, 2000¹⁶, citado por Fiorentini e Carneiro, 2002).

¹⁵ CASTELO RÁ-TIM-BUM. Direção de Cao Hamburger, 1994 a 1997. Brasil: TV Cultura. Vídeo (programação diária), son., color.

¹⁶ Ribeiro, R. J. O “e” que virou “i”. O Estado de São Paulo, 22 de outubro de 2000

Mas, ao mesmo tempo, é necessário ter atenção para estabelecer novas ligações entre o vídeo e as outras dinâmicas da aula. “Vídeo significa também uma forma de contar multilingüística, de superposição de códigos e significações, predominantemente audiovisuais, mais próxima da sensibilidade e prática do homem urbano e ainda distante da linguagem educacional, mais apoiada no discurso verbal-escrito” (Moran, 1995).

Outra forma de sistematização do uso do vídeo didático, proposta por Ferrés¹⁷ (1996, pp. 20-26, citado por Martirani, 1998), também é eficaz na criação de critérios para sua avaliação. Assim, é proposta a sua classificação como videolição, videoapoio, videoprocesso, programa motivador, programa monoconceitual e vídeo interativo.

A videolição, que possui ritmo, estrutura interna e duração preestabelecidos, é a exposição organizada de alguns conteúdos, tratados com uma determinada exaustividade. A videolição poderia ser considerada como o equivalente a uma aula expositiva, com o diferencial de que o professor seria substituído pelo programa de vídeo. Embora seja uma alternativa útil e, portanto, válida, não é uma forma criativa, pois trata apenas de aulas gravadas em vídeos. O programa transmite informações, e o aluno assiste a ele com a finalidade de compreendê-las e assimilá-las. Enquanto esta classificação divulga as exposições da escola tradicional, também vincula as formulações fechadas dos programas de televisão. A videolição é mais limitada que a aula expositiva, pois nesta última o professor pode adaptar o ritmo de sua exposição e a estrutura de seu discurso ao nível de compreensão e de interesse dos alunos.

A maior utilidade e eficiência da videolição, como tecnologia audiovisual-sinestésica, ocorre na transmissão de informações visuais que incorporem o movimento e o som. Em tal situação, uma boa videolição pode ser didaticamente mais eficaz que uma boa aula expositiva. Mas, independente da necessidade sinestésica de ver e ouvir, a videolição pode ser bastante eficaz para o ensino individualizado, pois o aluno pode parar o vídeo e voltar o programa nos trechos onde existirem dúvidas, conforme seu próprio ritmo de aprendizagem. Conforme Duffy e Walsh (1968), o professor pode preparar ou selecionar uma videolição para complementar o estudo de um tema ou para servir como apoio às dúvidas dos

¹⁷ FERRÉS, J. Vídeo e Educação. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

alunos, colocando-a à sua disposição em arquivos de biblioteca ou em horários preestabelecidos.

No entanto, há a possibilidade do uso de dispositivos de apoio quando as imagens apenas ilustravam o discurso verbal do professor, utilizando, por exemplo, figuras projetadas em retroprojeter. Este seria o caso do videoapoio, porém com a substituição das imagens estáticas por imagens em movimento. Nesta modalidade de uso, não se trabalha necessariamente com um programa de vídeo, mas com imagens isoladas. Nesse tipo de vídeo didático, se estabelece uma interação entre as imagens e o discurso verbal do professor. O professor dá dinamismo às imagens, através de questionamentos e comentários e fazendo relações ao assunto estudado, enquanto que as imagens acompanham, ilustram, demonstram ou complementam o discurso verbal do professor. A eficácia didática desta modalidade pode ser superior à da videolição, já que o professor pode adequar o ritmo de sua exposição ao grau de atenção dos alunos ou ao nível de compreensão deles.

A criatividade do professor é essencial para que o videoapoio seja mais eficaz do que a videolição, tornando a aula uma experiência gratificante para os alunos, facilitando a aprendizagem. Não é tarefa fácil encontrar as seqüências mais adequadas para aquelas unidades didáticas nas quais se deseja utilizar tal fórmula de aplicação didática do vídeo. Neste trabalho, o professor pode ser auxiliado pelos próprios alunos, individualmente ou em grupos, para que procurem imagens ou seqüências relacionadas a conteúdos químicos em programas de televisão, em vídeos comerciais didáticos ou em filmes de vídeo-locadoras.

Ferrés¹⁸ (1996), citado por Martirani, 1998), assim como Moran (1995), lista a classificação do vídeo relacionado à produção de material pelos próprios alunos. Trata-se do videoprocesso. Servem como exemplo desta modalidade de utilização todas aquelas situações nas quais se grava uma atividade para posterior análise: alguns saltos na aula de ginásio, alguns exercícios de dicção ou entonação na área de expressão verbal, alguns passos de dança na área de expressão corporal... Mas esses vídeos servem também como exemplo de gravações de debates, pesquisas de opinião e entrevistas, dentro e fora da escola, bem como a elaboração, pelos alunos, de programas didáticos, já que neste caso a aprendizagem é realizada,

¹⁸ FERRÉS, J. Vídeo e Educação. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

basicamente, por intermédio do processo de produção: busca de informação, elaboração do texto, gravação com a câmera, edição e sonorização.

Na modalidade de videoprocesso, também podem ser incluídos os trabalhos de criação artística. O vídeo se converte, então, em um estímulo à criatividade como meio ou como fim. Como meio, quando se limita a registrar outras formas de expressão artística autônomas: dramatizações, música, dança, expressão corporal, pintura e desenho. Como finalidade, quando a criatividade se concretiza em experimentar com as possibilidades visuais e sonoras do próprio meio videográfico. Também se pode considerar videoprocesso os trabalhos de pesquisas, gravações de fenômenos da natureza e situações sociais, para posterior análise de comportamento. O vídeo ainda pode se converter em um brinquedo, um instrumento lúdico que possibilita um treinamento criativo, pois o jogo pode ser utilizado para aprender a criar, a trabalhar em grupo ou a aprender as regras internas de uma forma de expressão.

O programa motivador pode ser definido como um programa audiovisual destinado principalmente a estimular um trabalho posterior ao objetivado por si mesmo. Ao contrário do videoprocesso, na modalidade do programa motivador se trabalha com um produto acabado. No videoprocesso não há programa, a não ser que seja o resultado da própria aprendizagem. Na modalidade do programa motivador, no entanto, o trabalho didático é realizado precisamente a partir da visão do programa. Diferencia-se do videoapoio, principalmente, porque não se trata de imagens a serviço de um discurso verbal, mas de uma integração de imagens, música, texto falado e efeitos sonoros, formando uma unidade expressiva inseparável, com ritmo, desenvolvimento e duração previamente estabelecidos. Em comparação à videolição, é diferente porque o programa motivador pretende provocar uma resposta ativa, estimulando a participação dos alunos que já o viram, construindo a aprendizagem por meio de trabalho posterior à exibição do programa, enquanto que na videolição a aprendizagem se realiza basicamente durante a própria exibição. Então, a videolição apresenta pedagogia mais próxima à escola tradicional.

De acordo com a análise dos dados percentuais de retenção mnemônica, elaborados pelo Escritório de Estudos da Sociedade Americana Socondy-Vacuum

Oil Co. Studies¹⁹, o uso do vídeo se mostra bastante eficaz, principalmente se se tratar do programa motivador:

TABELA 4 – A influência dos sentidos na aprendizagem

Como aprendemos	Porcentagens dos dados memorizados pelos estudantes
1% por meio do gosto	10% do que lêem
1,5% por meio do tato	20% do que escutam
3,5% por meio do olfato	30% do que vêem
11% por meio do ouvido	50% do que vêem e escutam
83% por meio da visão	79% do que dizem e discutem
	90% do que dizem e depois realizam

Fonte: Ferrès (1996)

TABELA 5 – A influência áudio e visual na manutenção de dados na aprendizagem

Método de Ensino	Dados mantidos após 3 horas	Dados mantidos após 3 dias
Somente oral	70%	10%
Somente visual	72%	20%
Oral e visual conjuntamente	85%	65%

Fonte: Ferrès (1996)

Quando o vídeo é breve (geralmente não passa de 5 minutos, mas pode excepcionalmente chegar a 10) e limita-se a um tema muito específico, a respeito de determinado fenômeno ou conjuntura, direcionando a aprendizagem de maneira intuitiva, trata-se do programa monoconceitual. "É um 'filme-tijolo' que o professor coloca onde deseja em seu aperfeiçoamento pedagógico, para conseguir um ponto de apoio, completar um vazio ou um ensinamento" (Lefranc, 1961, citado por Ferrès, 1996)²⁰. São, portanto, tão objetivos que podem dispensar as palavras, o que vem a facilitar o trabalho do professor. Nesse sentido, pode-se dizer que o programa monoconceitual está a meio caminho entre o programa motivador e o videoapoio, pois a informação transmitida se justifica por si mesma, pode ser

¹⁹ Fonte: Ferrès (1996), disponível em http://www.faced.ufba.br/~edc287/t01/textos_doc/11_video_na_educacao.doc.

²⁰ LEFRANC, R. *Les techniques audio-visuelles: au service l'enseignement*. Paris: Bourrelie, 1961.

repetida e congelada através dos recursos do vídeo, de acordo com o ritmo dos espectadores, mas tem como objetivo estimular a atividade e a pesquisa.

Em harmonia com Moran (1995), Ferrès (1996) também traz a classificação de vídeo como interativo, definindo-o como o encontro de duas tecnologias autônomas, o vídeo e a informática, que adquirem uma nova dimensão quando entram em contato. Enquanto os programas não-interativos são lineares, unidirecionais, os programas interativos estabelecem a bidirecionalidade, possibilitando um diálogo aberto entre o homem e a máquina.

As informações são oferecidas de forma progressiva, sempre em função do nível de compreensão e da capacidade de aprendizagem de cada aluno. Há a possibilidade de que um mesmo programa seja utilizado de inúmeras maneiras ou ainda que um aluno possa escolher entre múltiplos elementos de um menu que lhe é apresentado. A inovação exclusiva desta modalidade de uso didático do vídeo reside precisamente no fato de que nela o receptor é tão ativo quanto o emissor. O vídeo interativo, portanto, exige que o vídeo esteja convertido em um formato pelo qual se possa ler em um computador, ou, ainda, que possa ser rodado em aparelhos de DVD que, ao contrário do videocassete, oferece interação entre programa e usuário, por meio de menus e legendas de múltipla escolha.

Dentro dessas seis classificações de uso do vídeo, um programa de vídeo pode ser qualificado como obra aberta ou fechada. De acordo com Eco (1984, citado por Ferrès, 1996)²¹, a obra aberta apresenta mensagem sugestiva a diferentes interpretações, porém sempre regida por leis estruturais que, de algum modo, impõem vínculos e diretrizes de leitura. Portanto, é aberta aquela obra que não se apresenta como pronta, provocando uma relação dialética entre ela mesma e o intérprete, que é convidado a uma colaboração que a enriqueça.

Esta abertura, por ser considerada uma ambigüidade da mensagem artística, pode não ser muito apropriada para o ensino de ciências, pois pode causar divergências desnecessárias quanto a vários assuntos abordados. Porém, é extremamente útil em relação ao estudo das obras de arte, onde a possibilidade de várias interpretações para o mesmo trabalho é enriquecedor e produtivo. A obra fechada apresenta-se como perfeita, completa e inalterável. O envolvimento do espectador na obra aberta, para acabar o inacabado, é o fator importante para

²¹ ECO, U. Conceito de texto. SP: EDUSP,1984.

resgatá-la ao ensino científico. Para que isso se concretize, a Ciência deve ser apresentada não como ambígua, mas como inacabada, pois nem mesmo nela se encontra a verdade absoluta para as questões da natureza e do universo.

Assim, as obras fechadas são mais utilizadas no ambiente escolar, onde há envolvimento direto entre alunos e professores, enquanto as obras abertas serão as mais adequadas para serem contempladas em um meio escasso de contato humano direto, como a TV, como define McLuhan (1967, citado por Ferrès, 1996)²²: "Devido à baixa definição, a televisão assegura um alto grau de envolvimento do público, os programas mais efetivos são os que apresentam situações que envolvam algum processo que deva se completar". A obra aberta pode se dar em vários níveis de participação. A sugestividade da obra poética, por exemplo, solicita um envolvimento emotivo, de imaginação e de criatividade. Mas nem na obra de arte e nem naquela concebida como estímulo à aprendizagem, a participação se esgota no plano da sugestão e da emotividade. Uma obra pode ser aberta como "um debate: a solução é esperada e desejada, porém deve vir da participação consciente do público. A abertura se faz instrumento de pedagogia revolucionária" (Eco, 1984, citado por Ferrès, 1996)²³.

Portanto, ao utilizar-se de um vídeo, é importante que o professor promova o debate com os alunos, a fim de esclarecer dúvidas e proporcionar novas pesquisas sobre o assunto abordado. Neste sentido, a escola tradicional tem privilegiado uma visão do mundo preestabelecida, uma pedagogia unidirecional, com didática centrada na pura transmissão de conteúdos verbais para sua posterior memorização. Conseqüentemente, têm-se privilegiado as obras fechadas. Mas se uma escola aberta também pode utilizar uma obra fechada, desde que o professor oriente o aluno para avaliar criticamente o que está se assistindo em determinado vídeo, seja por meio de questionamentos, de contra-exemplos ou até de exposição oral ou escrita no quadro-negro.

Se a obra fechada se preocupa basicamente com a aquisição de conhecimentos, o que importa prioritariamente na obra aberta é a aprendizagem, entendida como processo e como experiência: aprender a aprender. Na escola tradicional, fechada, as mensagens são consideradas univalentes:

²² McLuhan, Marshall. *The Medium is The Message*. New York: Bantam, 1967.

²³ ECO, U. *Conceito de texto*. SP: EDUSP, 1984.

As mensagens univalentes contribuem com uma informação de ordem semântica rigorosa, precisa, limitada e seqüencial. Apela, sobretudo, à pedagogia da percepção e da aprendizagem. Sua finalidade consiste em conseguir que se chegue à observação e ao descobrimento, garantindo um máximo de exatidão e memorização. Em síntese, o aluno, após ter recebido a mensagem, tem que ter aprendido alguma coisa (Decaigny, 1978, p.83, citado por Ferrès, 1996)²⁴.

Já na escola inovadora, aberta, a mensagem é polivalente:

A mensagem polivalente se desenvolve em espiral, tudo nele é alusivo, pleno de sugestão. Aponta para a ultrapassagem do concreto para desembocar no imaginário. Este tipo de estudo não está acabado, mas fica sem resposta, e esta, eventualmente, deve ser proporcionada pelo aluno [...]. O aluno, após ter recebido esta mensagem, deve desejar a aprendizagem, reagirá de maneira pessoal ou construirá sua verdade (Decaigny, 1978, p.83, citado por Ferrès, 1996)²¹.

Enquanto a obra fechada apresenta determinada visão do mundo, a obra aberta apresenta um mundo a ser decifrado pelo próprio aluno. Essas duas concepções podem definir a relação pedagógica de uma aula, de um professor ou até mesmo da própria escola. Em uma escola onde o aluno é passivo, obrigado a aceitar conteúdos previamente elaborados, onde não se considerem os sentimentos, a intuição, a fantasia, a imaginação e a criatividade, não pode haver lugar às mensagens abertas.

A necessidade das mensagens abertas passa pela necessidade da autonomia expressiva do audiovisual, liberado mas nem sempre isento de verbalismo, de diretrizes e ensino. Mas mesmo as obras fechadas têm lugar na sala de aula, como a videolição vinculada a programas monoconceituais, que exigem formulações fechadas, rigorosas e acabadas. Porém, quando se pretende que sejam

²⁴ DECAIGNY, T. La tecnología aplicada a la educación: un nuevo enfoque de los medios audiovisuales. Buenos Aires: El Ateneo, 1978.

modernas, ativas e participativas, deverá se privilegiar, mesmo que parcialmente, as mensagens abertas, solicitando o envolvimento e a participação do aluno.

Um vídeo educativo deve ir além da obra aberta para que seu resultado seja mais efetivo, pois, além de envolver o aluno, precisa também demonstrar fórmulas, símbolos e até equações matemáticas, desde que mostre o porquê do seu uso e para quê servem. No ensino, especialmente na área de Química, há carência de vídeos que atendam a todas as expectativas previstas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (MEC, 1999). Podemos observar que esta carência se faz ainda mais acentuada no ensino de Química Orgânica, no qual privilegia-se a memorização de fórmulas em detrimento do mais importante: a aplicação das substâncias orgânicas no dia-a-dia. É também interessante que o vídeo de Orgânica ressalte aspectos históricos deste ramo da Química e, se não tiver a pretensão de ensinar como se realizam determinados experimentos, que, ao menos, possa mostrar a realização de experimentos condizentes com a história da Química e com produtos contemporâneos, com a intenção de apresentar aplicações do que está sendo ensinado. Mesmo que o vídeo não seja tão detalhado a ponto de explicar como se realiza o experimento, pode incentivar o professor a pesquisas em outras fontes para aplicá-lo aos alunos. Nesse contexto, também cabe a este trabalho o alcance de tais metas durante a realização de um vídeo didático de Química Orgânica.

O vídeo produzido precisa estimular o raciocínio do aluno, possibilitando deixas que permitam o professor explorar ainda mais o conteúdo estudado. Portanto, o vídeo não tem a pretensão de esgotar ou ensinar por completo o assunto de Química Orgânica, mas sim de introduzi-lo de forma a motivar o aluno. Não trata-se, portanto, de uma videolição, mas de um programa motivador, cujas características equivalem ao “vídeo como sensibilização”, conforme afirma Moran (1995). Também são pertinentes, para o vídeo didático produzido neste trabalho, o “vídeo como conteúdo” e o “vídeo como simulação”, de acordo com a classificação de Moran (1995). O vídeo, como conteúdo, é apresentado de maneira indireta, pois o assunto de Química é mostrado gradativamente, seguindo o histórico da borracha e as relações desse material no cotidiano. Assim, a Química não é o sujeito, mas um objeto de aprendizagem. Quanto à simulação, o vídeo faz jus devido à apresentação de alguns experimentos de difícil prática em sala de aula, com o intuito de apresentar aplicações da borracha, mas não com a pretensão de fornecer todos os procedimentos para que o professor os aplique em aula, pois, como uma obra

aberta, deixa lacunas a serem preenchidas pelo próprio educador que, por motivação do vídeo, pode pesquisar sobre a realização do experimento que lhe interessar.

É importante ressaltar que a produção do vídeo deste trabalho não primava pelo ensino detalhado de uma experimentação para não interromper o seu ritmo narrativo e ainda dar mais liberdade de sua aplicação em aula. A receita de como realizar um experimento, além de alongar a sua duração, poderia desmotivar o uso do vídeo por professores que não quisessem aulas práticas, seja por falta de recursos, por dificuldade em conseguir o material, por falta de condições da escola ou pela indisponibilidade de tempo, tão comum na escassa grade horária escolar.

5 ORIENTAÇÕES PARA UTILIZAÇÃO DE VÍDEOS EM SALA DE AULA

Muitas vezes, a aula que utiliza um vídeo didático de ótima qualidade, mesmo com boa performance didática do professor, pode ser prejudicada devido a problemas de incompatibilidade, de conexão do equipamento ou ainda de gravação da mídia utilizada (fita ou DVD). Há, também, vezes em que, apesar do excelente aparato técnico, a interferência do professor pode prejudicar o andamento da aula.

Presos a suas rotinas (temáticas e metodológicas) e despreparados para o uso desses meios, os professores, em sua maioria, não conseguem articular organicamente os audiovisuais contemporâneos ao processo pedagógico. A presença dos equipamentos em grande parte das redes públicas não significa que eles estejam sendo usados com proveito. Em algumas escolas, mesmo, eles permanecem sem uso algum (Fischer, 2003, p112).

Os professores, portanto, deveriam receber preparação consistente para mobilizar o uso correto do audiovisual em sala de aula.

5.1 Funções do professor

Com base em aspectos que podem comprometer ou enaltecer o uso do vídeo na sala de aula, estão listadas dicas a serem adotadas, pelo professor, antes, durante e após a sua exibição, com base em estudo feito por Moran (1995).

A) ANTES DA EXIBIÇÃO

O professor deve conhecer o vídeo utilizado e já programar, com antecedência, comentários e questionamentos a serem trabalhados em sala de aula. A participação dos alunos, contudo, pode levar a assuntos não planejados pelo professor, o que não impede a continuidade da programação da aula, mas a enriquece.

É importante que o professor informe aos alunos somente aspectos gerais do vídeo (autor, duração, prêmios...), até mesmo para evitar perguntas do gênero durante a exibição, o que pode atrapalhá-la ou até mesmo interrompê-la. Não se deve interpretar o vídeo antes da sua exibição e nem mesmo prejudicá-lo, para que

cada um possa fazer a sua leitura. Adjetivos como bom ou ruim não são aconselháveis de serem adotados neste momento, pois podem influenciar a opinião do aluno.

É necessário, também, que se verifiquem aspectos técnicos com antecedência, a fim de que qualquer problema possa ser averiguado e resolvido. Assim, devem-se conhecer as funções do vídeo-cassete ou do aparelho de DVD e checar suas conexões com a TV: deve-se usar cabo coaxial ou RCA? Que canal utilizar: o 3, o 4 ou o auxiliar? Qual o volume adequado para se utilizar a TV? A qualidade da cópia a ser utilizada também deve ser verificada. A gravação está no sistema PAL-M ou NTSC? O tracking do vídeo, responsável pela regulagem da gravação, também precisa ser observado, bem como as opções de menu do DVD.

Momentos antes da exibição, deve-se deixar a fita (caso não se utilize DVD) no ponto. Zerar a numeração com o uso da tecla reset, é importante para que se tenha melhor controle do tempo da aula e, caso se queira voltar a determinado ponto da fita, deve-se apertar a tecla memory na marcação desejada do tape.

B) DURANTE A EXIBIÇÃO

Esta etapa, que é a mais importante dentre as propostas para se ver um vídeo, vai depender muito do vídeo adotado. Em vídeos mais tradicionais, como aulas gravadas ou videolição, o professor precisa orientar que os alunos anotem as cenas ou dados mais importantes durante a própria exibição. Outras modalidades de vídeo didático podem dispensar anotações enquanto o vídeo é exibido, mas isso dependerá da postura adotada pelo professor antes e após sua exibição.

Se for necessário, para regulagem, para fazer um rápido comentário ou ainda para adequar o vídeo ao ritmo do aluno, o professor deve apertar o stop ou o pause (still), desde que este último não demore muito, pois este recurso pode vir a danificar a mídia (especialmente no uso de fitas VHS). Cabe ao professor, independente do tipo de vídeo adotado, observar as reações dos alunos.

C) DEPOIS DA EXIBIÇÃO

Se necessário, o professor deve repassar os trechos mais importantes ou os mais difíceis apresentados no vídeo. Dependendo da complexidade, pode-se rever o

vídeo por inteiro, chamando a atenção para os trechos mais importantes, seja devido à situação, à trilha sonora, ao diálogo ou ao fenômeno demonstrado. Pode-se, também, passar quadro a quadro as imagens mais significativas.

Quando o vídeo for exibido de maneira a atender todas as suas necessidades, a mídia deve ser rebobinada (caso se trate de material em VHS) e retirada do aparelho que a reproduz. Em seguida, a continuidade do trabalho dependerá da dinâmica de análise adotada pelo professor. Muitas vezes, em se tratando de vídeos didáticos e/ou educativos, como o vídeo produzido neste trabalho, vale a pena rever o vídeo quando o assunto for esgotado pelo professor em sala de aula, pois os alunos, mais esclarecidos em relação ao conteúdo estudado, podem compreender informações não percebidas durante a primeira exibição. Outra sugestão é que o vídeo não seja passado inteiro, mas por partes, de forma a dar continuidade em sua exibição cada vez que o assunto do trecho assistido tiver sido aprofundado e esgotado na sala de aula.

5.2 Dinâmicas de Análise

Esta fase, realizada geralmente após a exibição total de um vídeo, pode significar o sucesso ou o fracasso de sua utilização. Estão propostas quatro maneiras de análise: em conjunto, globalizante, concentrada e funcional, ambas baseadas em classificação proposta por Moran (1997).

A) ANÁLISE EM CONJUNTO

O professor exhibe as cenas mais importantes e as comenta junto com os alunos, a partir do que estes destacam ou perguntam. É uma conversa sobre o vídeo, tendo o professor como moderador. O professor não deve ser o primeiro a dar a sua opinião, principalmente em matérias controvertidas, nem monopolizar a discussão, mas não deve ter opinião neutra. Precisa posicionar-se, depois dos alunos, trabalhando sempre dois planos: o ideal e o real - o que deveria ser (modelo ideal) e o que costuma ser (modelo real).

B) ANÁLISE GLOBALIZANTE

Depois da exibição, o professor faz perguntas relativas a aspectos positivos e negativos do vídeo, ressaltando as idéias principais contidas e propondo o que poderia ser modificado.

Caso haja disponibilidade de tempo, essas perguntas podem ser respondidas, a princípio, em grupos menores e depois relatadas/escritas para toda a classe. O professor e os alunos destacam as coincidências e divergências. O professor faz a síntese final, devolvendo ao grupo as leituras predominantes. É válido ressaltar que nas leituras predominantes se expressam valores que mostram a identidade de cada grupo.

C) ANÁLISE CONCENTRADA

Escolhe-se, depois da exibição, pelo menos uma das cenas marcantes, a qual pode ser revista por mais vezes. Pergunta-se aos alunos, oralmente ou por escrito, sobre os aspectos que mais chamaram a atenção na cena e que significado este aspecto tem para o conteúdo estudado no momento. Depois, pode-se indagar sobre a consequência deste significado ou sua possível aplicação no cotidiano.

D) ANÁLISE "FUNCIONAL"

Antes da exibição, podem-se escolher algumas funções ou tarefas, desenvolvidas por vários alunos ou grupos de alunos: contador de cenas (descrição sumária); anotação das palavras-chave e das imagens mais significativas; caracterização dos personagens, das músicas e dos efeitos especiais e sonoros; observação das mudanças ocorridas do começo ao fim do vídeo (como, por exemplo, a incidência de fenômenos químicos).

Depois da exibição, cada aluno ou representante de cada grupo expõe a sua opinião e o resultado é colocado no quadro. A partir do quadro, o professor completa as informações com os alunos, relaciona os dados e questiona as soluções apresentadas. Daí pode-se introduzir ou dar continuidade ao andamento de determinado conteúdo.

5.3 Análise da Linguagem

De acordo com Mortimer (1998), os alunos têm uma aversão natural à linguagem científica, pois esta é impessoal e aparentemente descontextualizada. O agente, normalmente, está ausente, ocultando a presença de um narrador. Na linguagem cotidiana, o narrador, geralmente personagem, está sempre presente, o que propicia maior interação com o aluno. A impessoalidade da linguagem científica (que normalmente utiliza terceira pessoa, sujeito oculto ou inexistente), embora essencial para a compreensão da ciência, causa repulsão aos alunos, que se sentem mais participantes de um evento quando este utiliza a linguagem comum (geralmente utiliza primeira pessoa), que é automática e muito mais próxima da fala.

Acerca deste aspecto, pode-se inferir que, ao se escolher um vídeo didático, deve-se observar não apenas a linguagem que ele apresenta, mas também a linguagem adotada pelo professor para fazer a leitura e discussão do material assistido. O professor pode fazer uma conversão da linguagem científica para a cotidiana, a fim de facilitar a aprendizagem do aluno. De acordo com Moran (1995), não basta observar que história é contada, mas como é contada. Espaços a serem preenchidos no campo visual, nas falas dos personagens e até na música devem ser discutidos a fim de que as falhas sejam sanadas ou pelo menos compreendidas. A transcrição do roteiro também é importante, pois uma boa história pode ser distorcida se o programa ou filme for mal dirigido ou mal editado. Deve-se observar, ainda, o modelo de sociedade apresentado e a ideologia do vídeo, se as mensagens são passadas como pressupostos ou hipóteses aceitas sem discussão, bem se há discussão sobre as discordâncias e concordâncias acerca dos valores envolvidos.

5.4 Complementação do Vídeo

De acordo com Moran (1995), para estimular a criatividade dos alunos, o professor pode exibir o vídeo até determinado ponto e pedir que os alunos desenvolvam, individualmente ou em grupo, um final próprio com as devidas justificativas em relação ao roteiro do vídeo e ao assunto trabalhado em sala de aula. Depois, termina-se de exibir o vídeo e comparam-se os finais propostos, para depois o professor manifestar sua opinião.

5.5 Modificação do vídeo

Moran (1995) também propôs que, ao passar um vídeo em sala de aula, o professor pode pedir que os alunos escrevam um roteiro que modifique o seu final. Outra hipótese é que os próprios alunos procurem vídeos e outros materiais audiovisuais sobre um determinado assunto.

Modificam, adaptam, editam, narram, sonorizam diferentemente, criando um novo material adaptado à sua realidade e sensibilidade. Mas diretrizes devem ser traçadas para que o trabalho dos alunos não fuja das diretrizes traçadas pela disciplina.

6 A HISTÓRIA DA BORRACHA NA AMAZÔNIA E A QUÍMICA ORGÂNICA

6.1 Produção do vídeo educativo

O ensino de ciências tem mudado e a presença desse tipo de tecnologia está sendo cada vez mais utilizada em sala de aula. Para isso, deve-se exigir maior qualidade do material. Muitos vídeos disponíveis não abordam os conceitos a partir de fenômenos conhecidos e, quando o fazem, deixam a desejar em termos representacionais e simbólicos da Química. Mesmo os vídeos da coleção da revista Química Nova na Escola, produzida pela Sociedade Brasileira de Química, que tanto prega, de forma competente, pela inovação da metodologia no ensino, tem pecado na produção de documentários didáticos. Por este motivo, este trabalho apresenta a produção de um vídeo com proposta de ensino diferenciada dos tradicionais vídeos voltados ao ensino.

Além da qualidade em abordagem, o vídeo deve apresentar qualidade técnica, como foi constatado em todos os vídeos observados. Nesse caso, boas noções de câmera, iluminação, sonorização e edição são essenciais, além da necessidade de realização de cursos específicos. Um vídeo educativo pode levar anos para ser produzido, devido à pesquisa e todo o aparato de captação de imagem e som utilizados, bem como a necessidade de se viajar com uma equipe de apoio para diversas locações. A etapa de finalização deve ser cautelosa e precisa, desde a edição de entrevistas até a escolha da trilha sonora e a confecção de efeitos especiais.

O vídeo realizado neste trabalho aproveitou-se de imagens capturadas para um outro projeto: o Projeto ITTO Non-wood II. Este projeto, pelo qual o mestrando atua como diretor de documentários sobre produtos extrativistas não-madeireiros da Amazônia, previa, dentre outros objetivos, a confecção de um vídeo sobre a borracha. A ITTO (OIMT – Organização Internacional de Madeiras Tropicais), instituição multi-governamental subsidiada por capital de vários países (principalmente Japão e Suíça), financiou a compra da maioria dos equipamentos utilizados, bem como as despesas de viagem.

A primeira etapa de produção do vídeo didático produzido neste trabalho foi a criação de um pré-roteiro, no qual previa-se as locações e os tipos de pessoas, relacionados a profissões, que seriam entrevistados. Em concordância com Laville e

Dionne (1999), houve preocupação com a neutralidade do entrevistador, que um traço que deve ser fundamental no trabalho dos pesquisadores. Assim, além da minuciosa escolha perante a amostra dos interrogados para garantir sua representatividade, é necessária a formulação de perguntas que induzam o menos possível as respostas dos entrevistados. Também se previu os enquadramentos a serem adotados na captação da imagem. É bom salientar que o pré-roteiro é um roteiro aberto, pois, em se tratando de documentário, está periodicamente sujeito a modificações ou novas inserções, de acordo com situações imprevistas ou ainda contando com o decorrer das entrevistas. A segunda parte da produção foi o orçamento do custo, o qual incluiu gastos com estadia, alimentação, transporte e os equipamentos a serem adquiridos, tudo com recursos do Projeto Non-Wood II. Como equipamentos, foram adquiridos e utilizados:

- Câmera de vídeo mini-DV SONY VX 2000 3CCD com 4 baterias recarregáveis → Equipamento semi-profissional (custo aproximado: R\$ 10.000,00);
- Microfone tipo Boom AUDIOTECHINICA T-815 → Equipamento profissional para captar som à distância e com direcionamento, muito utilizado nas produções cinematográficas (custo aproximado: R\$ 2.000,00). *OBS: ESTE EQUIPAMENTO NÃO FOI ADQUIRIDO PELO PROJETO ITTO – O DIRETOR JÁ O POSSUÍA.*
- Tripé para câmera → Usado para apoiar a câmera em imagens paradas ou com movimento em seu próprio eixo (custo aproximado: R\$ 200,00); *OBS: ESTE EQUIPAMENTO NÃO FOI ADQUIRIDO PELO PROJETO ITTO – O DIRETOR JÁ O POSSUÍA.*
- Máquina fotográfica digital de 3.2 Mega-pixels, com pilhas recarregáveis e memória extra → Equipamento de apoio para disponibilizar imagens complementares ao vídeo (custo aproximado: R\$ 1000,00);
- Vara e suporte para microfone (caseiros) → Além de apoiar o microfone, o isola de ruídos indesejáveis (custo aproximado: R\$ 80,00);
- Steadycam caseiro → Suporte, feito em madeira e aço, para captar imagens com a câmera em movimento (custo aproximado: R\$ 40,00).

Depois que os equipamentos foram adquiridos, foi realizada a viagem à região amazônica, oportunidade na qual foram capturadas imagens referentes à produção de vários vídeos sobre o extrativismo madeireiro. Dentre eles, foram realizadas as gravações para que serviram de suporte para o vídeo didático sobre a borracha, produto final deste trabalho. Acompanhado por assistentes, para operação do microfone e para a captação de fotos, além de contra-regras, o diretor foi a

Santarém do Pará, cidade dentro da Floresta Amazônica, à beira do Rio Tapajós, onde foram gravadas cenas na Usina de Beneficiamento de Borracha. Em seguida, viajando de barco, foram capturadas imagens nas comunidades ribeirinhas Maguari e Vila de Boim, nas quais frisou-se entrevistas com seringueiros e a coleta do látex, bem como a produção de artefatos a partir da tecnologia conhecida popularmente como couro vegetal. Na verdade, trata-se de um tecido revestido por látex que, ao secar, toma aspecto semelhante ao couro animal, e é também chamado de couro ecológico.

Em Brasília, foram gravadas imagens complementares, além da realização das tomadas sobre uma tecnologia alternativa de produção de borracha, desenvolvida na UnB. A partir do material coletado, foi produzido o roteiro definitivo para a produção do vídeo sobre a borracha com abordagem contextualizada em Química Orgânica, como já era previsto pelo Projeto Non-Wood II. A sua confecção exigiu bibliografia de Química Orgânica, metodologia de ensino e de produção de vídeo. Porém, a abordagem em Química Orgânica e em metodologia de ensino foi ampliada para satisfazerem-se as exigências da pesquisa para o Mestrado em Ensino de Ciências, resultando na produção de dois vídeos: um deles, mais curto e direto, voltado para o projeto ITTO Non-wood II, e o outro, mais completo sobretudo nos aspectos históricos da Química, direcionado ao Mestrado. Conhecimentos teóricos sobre operação de programas de edição de vídeo e de animação também foram essenciais. Em janeiro de 2004, foi realizado, em São Paulo, cursos de edição, animação e efeitos especiais, custeados pela ITTO.

Com o uso do programa *Adobe Premiere versão 6.5*, foi realizada a edição do vídeo, bem como a sua sincronia com a trilha sonora, extraída de músicas clássicas (cujo domínio é público) e de músicas do grupo musical de um dos operadores do microfone durante a viagem, que cedeu composições para o vídeo. Pelo programa *Adobe After Effects versão 6.5*, foram realizadas animações bidimensionais com moléculas, objetos e fotos. Por meio de buscas na Internet, ainda foram capturadas fotos de objetos, personalidades científicas e históricas pertinentes ao tema, além de imagens de vídeo complementares. A busca de fotos na Internet e vídeos complementares demandou bastante tempo de pesquisa nos portais Google e Cadê. A maior dificuldade foi conseguir localizar fotos de boa qualidade compatíveis a todos os temas, com tamanho adequado. As fotos selecionadas tiveram formato

alterado para serem compatibilizadas ao vídeo e tratadas para oferecerem melhor qualidade de visualização. Foram utilizadas bastantes fotos, pois, como a proposta para o vídeo é que não se trate de uma aula expositiva gravada em vídeo, toda locução precisou ser ilustrada com imagens pertinentes, o que demandou enorme trabalho de edição e busca das fotos (mais de 400).

Cada foto, imagem e música obtidas pela Internet, para serem utilizadas no vídeo deste trabalho, tiveram a respectiva fonte citada nos créditos, de acordo com o artigo 46, lei 9.610 de direitos autorais (Brasil, 1998), segundo o qual não constitui ofensa aos direitos autorais:

- I – (...) a reprodução de retratos, ou de outra forma de representação da imagem, feitos sob encomenda, quando realizada pelo proprietário do objeto encomendado, não havendo a oposição da pessoa neles representada ou de seus herdeiros;
- VI - a representação teatral e a execução musical, quando realizadas no recesso familiar ou, para fins exclusivamente didáticos, nos estabelecimentos de ensino, não havendo em qualquer caso intuito de lucro;
- VIII - a reprodução, em quaisquer obras, de pequenos trechos de obras preexistentes, de qualquer natureza, ou de obra integral, quando de artes plásticas, sempre que a reprodução em si não seja o objetivo principal da obra nova e que não prejudique a exploração normal da obra reproduzida nem cause um prejuízo injustificado aos legítimos interesses dos autores.

Mesmo sob o amparo da lei, que permite a utilização de imagens para fins didáticos, foram enviados e-mails para todas as suas fontes na Internet, avisando os responsáveis sobre o respectivo uso e solicitando autorização para esse mérito. Não houve qualquer manifestação contrária por parte dos proprietários das imagens.

6.2 Abordagem de Química Orgânica

Conforme proposto no capítulo 3, este trabalho apresenta a produção de um vídeo interdisciplinar de Química Orgânica com abordagem social, mostrando um pouco da produção de borracha derivada da Amazônia brasileira, incluindo assuntos pertinentes também à História e Geografia.

Por que um vídeo de Química Orgânica?

É um assunto relativamente carente de vídeos didáticos e, quando o traz, não costuma inovar em metodologia, mas sim, em manter o mesmo padrão dos livros tradicionais que, no máximo, exemplificam os conteúdos estudados com exemplos do cotidiano.

Por que um vídeo sobre a borracha?

O tema apresentado em maior quantidade quanto à Orgânica, em outros vídeos, é o Petróleo, que trata de hidrocarbonetos. Quanto ao estudo de polímeros, também existem vídeos, mas poucos se preocupam em tratar da borracha. A borracha natural, proveniente da polimerização do hidrocarboneto isopreno, é, normalmente, citada em vídeos sobre polímeros sem qualquer contextualização com reações de polimerização ou com os aspectos históricos desse material tão essencial aos dias de hoje. Assim, o vídeo deste trabalho tem o objetivo de colaborar com a redução da citada carência em Química Orgânica, abordando a borracha por meio de reações de polimerização e, principalmente, por meio de sua história no Brasil e no mundo.

O conteúdo químico será apresentado a partir do histórico mundial da borracha e da História da Química Orgânica, buscando relações com o cotidiano. O ciclo da borracha se mistura com a história da Amazônia brasileira, fazendo um *link* com outras áreas de conhecimento, como História e Geografia. Assim, o roteiro pretende iniciar o assunto com questionamentos a respeito da transformação do látex em borracha, com a finalidade de introduzir a Química Orgânica a partir da polimerização. No caso do vídeo proposto neste trabalho, a computação gráfica está bastante presente para simular ligações intermoleculares e reações químicas, possibilitando maior compreensão da polimerização.

Mas, antes, conceitos essenciais, como o de substância e de material, devem ser trabalhados. Em seguida, se definirá o conceito de polímeros e de borracha, trabalhando suas estruturas por animações computadorizadas. Depois, conforme a necessidade, define-se Química Orgânica, passando pelos seus aspectos históricos e mudanças conceituais, além de mencionar grandes cientistas relacionados com o tema. Em seguida, trabalha-se o conceito de cadeias de carbono e grupos funcionais, mostrando que um polímero pode conter diversos destes grupos. É notório o intervalo entre a apresentação de um e outro grupo funcional, pois é

defendido neste trabalho que não se deve trabalhar com excessivas informações em um pequeno espaço de tempo, em prol de maior assimilação do assunto.

Retomando “polímero” como foco, o assunto é voltado, principalmente, à borracha natural. A proposta de frisar a polimerização no início de abordagem em Química Orgânica justifica-se na compreensão da formação das cadeias orgânicas, evitando que os alunos apenas decorem nomenclaturas, mas saibam como elas podem ser formadas. Assim, os alunos podem, mais facilmente, relacionar as substâncias estudadas com os fenômenos químicos que elas vêm a desencadear. Quando não se mostra a formação das cadeias, como é tradicionalmente estudado em Química Orgânica, o aluno pode até vir a compreender as aplicações das substâncias estudadas, mas os fenômenos químicos responsáveis por tais aplicações ficam a desejar em termos de compreensão. Portanto, deixar de estudar a reação de polimerização ou estudá-la apenas no final do ensino de Orgânica pode deixar lacunas durante o início e desenvolvimento do assunto.

Para cumprir com a proposta do aluno entender a formação dos compostos orgânicos, devem-se atribuir noções de mecanismos de reação no ensino de polímeros. Assim, foi feita pesquisa sobre os mecanismos de polimerização da borracha natural, bem como sobre os agentes responsáveis por esse fenômeno. Com base nesses estudos, a vulcanização²⁵ é mostrada, no vídeo-produto deste trabalho, por meio de animação computacional, mostrando os mecanismos de reação envolvidos. A opção de inserir mecanismos de reação se deve ao fato de sua ausência limitar a compreensão lógica por parte dos alunos, pois mostra apenas o início e o final de uma reação, os reagentes e os produtos, mas não mostra como ocorreu a transformação química. Assim, reforça-se a idéia da Química como algo misterioso e dotado de magia – imagem que deve ser rebatida pelos profissionais de ensino. Nesse sentido, neste trabalho vem-se a defender o ensino de mecanismos de reação.

É também mencionada a produção de borracha sintética, dando continuidade ao histórico da borracha. Trabalham-se, então, os meios de produção borracheira tradicionais e alternativos, questionando sobre os aspectos químicos relacionados.

²⁵ CLAYDEN, J.; GREEVES, N. ; WARREN, S. ; WOTHERS, P. Organic Chemistry, 1^a edition. Ed. Oxford University Press, England, 2000 – pp. 1469-1471.

CONCLUSÃO

Não se pode esperar que o vídeo venha a resolver todos os problemas educacionais e tampouco substituir o trabalho do professor, mas devemos considerá-lo como um instrumento capaz de facilitar e até aprimorar a relação de ensino-aprendizagem. Desde a evolução tecnológica que barateou os custos de produção, o vídeo tem sido cada vez mais utilizado em salas de aula, direcionado desde o ensino infantil até o superior. O uso no ensino médio, foco deste trabalho, tem tido seu auge, no Brasil, a partir dos anos 80, repercutindo por meio de programas de TV como o Globo Ciência e o Telecurso 2000 (antigo Telecurso 2º Grau), ambos da Fundação Roberto Marinho. Enquanto vídeos voltados ao ensino eram produzidos, o MEC traçava os PCN para o ensino médio.

Não se pode esperar, também, que um vídeo venha a atender todas as exigências dos Parâmetros Curriculares Nacionais, mas ele deve pelo menos suprir boa parte delas. Os vídeos do *Telecurso 2000* e do *Globo Ciência* pecam, principalmente, pela falta de aspectos representacionais da Química. Os vídeos da coleção *Química Nova na Escola*, da Sociedade Brasileira de Química, atendem a esse aspecto, mas de forma contida. Atender a um parâmetro dos PCN não implica dizer que o vídeo o faça em sua totalidade – pode atendê-lo uma única vez durante toda a sua extensão. Todos os vídeos da coleção da SBQ atendem ao parâmetro que trata da utilização de fórmulas e aspectos representacionais da Química, mas em todos eles há momentos, e muitos, nos quais substâncias e fenômenos químicos são explicados sem qualquer utilização de equações, o que facilitaria a aprendizagem.

Os vídeos da Fundação Roberto Marinho, especialmente os do TC 2000, são mais investigativos que os da SBQ, pois, ao contrário, não trazem as respostas prontas antes de fomentar as questões. Os vídeos da SBQ também pecam em citar exemplos que poderiam ser apresentados em forma de questionamentos, o que motivaria o espectador a pensar e tirar suas próprias conclusões, antes de conhecer as respostas que o vídeo possa vir a mostrar. Mesmo que o vídeo tenha o caráter investigativo, seu uso somente será investigativo se o professor souber como interferir no processo. É interessante que ele paralise o vídeo no momento das questões e dê um tempo para os alunos pensarem e discutirem o assunto, e depois deixá-lo prosseguir, para que sejam feitas comparações entre as suposições e a

resposta apresentada no programa. Do contrário, o caráter investigativo será eliminado, pois as respostas no vídeo, ao contrário de como pode ser feito na sala de aula, são imediatamente respondidas.

O vídeo apresentado como produto final deste trabalho atende, dentro do possível, quanto à intersecção, todos os aspectos dos PCN para o ensino médio, estendendo o cumprimento de cada um deles por toda sua extensão. Para isso, toda vez que um fenômeno químico é mencionado, por exemplo, os aspectos representacionais são apresentados, como não ocorre com os vídeos da SBQ e com os programas da Fundação Roberto Marinho. O caráter investigativo é bastante trabalhado dentro do vídeo, que trata de Química Orgânica, mais precisamente sobre a borracha, um polímero natural. Ao contrário dos outros vídeos analisados, o vídeo produzido neste trabalho não apresenta bloco de abertura que revela tudo o que será estudado em sua extensão, nem possui apresentadores, o que costuma dar aos vídeo um aspecto telejornalístico, ou seja, informativo mas não necessariamente didático, embora o vídeo informativo também possa ser utilizado em caráter didático, dependendo de como o professor fizer a abordagem do assunto apresentado.

O vídeo produzido apresenta contexto social, partindo da borracha amazônica e de sua formação pela natureza, iniciando o ensino de Química Orgânica a partir da polimerização do isopreno, monômero constituidor do polímero natural que forma a borracha. Assim, aspectos macroscópicos são apresentados anteriormente aos microscópicos e representacionais da Química. O vídeo é também interdisciplinar, abordando História, Biologia, Geografia e outras áreas de conhecimento, ao se guiar pelo histórico da borracha no Brasil e no mundo.

Os aspectos históricos da Química, bem como da tecnologia de produção da borracha, também foram considerados para que o espectador seja capaz de entender a ciência em seu caráter evolutivo, compreendendo como são realizadas as descobertas. Houve, também, contextualização dentro da própria Química, para que os conceitos de orgânica fossem mais bem trabalhados. Enfim, para que as reações sejam mais eficazmente compreendidas, o vídeo apresenta animações de computação gráfica. A idéia é que os alunos possam notar que há mobilidade entre os átomos durante uma reação, o que não é percebido por meio do livro didático. Enquanto o locutor do vídeo narra os assuntos pertinentes ao tema, animações

ilustrativas também são apresentadas, muitas vezes de maneira mais descontraída, para o vídeo se tornar menos cansativo e, conseqüentemente, mais atrativo aos alunos. Assim, o caráter extremamente sério que permeia os vídeos didáticos dá lugar a uma proposta menos repulsiva, na qual se mantêm aliados a seriedade do conteúdo abordado e a possibilidade de diversão para quem o assiste.

É notória a ausência de vídeos nacionais de Química Orgânica, conforme verificado nas pesquisas deste trabalho. Quando o tema é abordado, geralmente, parte-se do petróleo como contexto. O vídeo deste trabalho busca, portanto, diminuir essa carência, oferecendo a possibilidade do professor iniciar o conteúdo de Química Orgânica de uma maneira mais investigativa e menos decorativa, entendendo, sobretudo, como são formadas as grandes cadeias carbônicas. É válido lembrar, também, que não se tem a pretensão de que o vídeo ensine toda a Química Orgânica aos alunos, mas que ele seja uma obra aberta e deixe lacunas a serem preenchidas por explicações do professor após sua exibição total ou parcial, com o objetivo de que a relação ensino-aprendizagem não tenha fim no material áudio-visual em si, mas sim, que este venha a despertar maior interesse e curiosidade nos estudos do tema, em uma relação dialógica entre educador e educando.

É bom ressaltar, mais uma vez, que o sucesso do vídeo depende de como o professor o utilize.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, B. Vídeo e televisão na sala de aula... limites e possibilidades para mobilizar a reflexão e promover a formação integral. Araraquara (SP): UNESP, Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar da Faculdade de Ciências e Letras, 2001. Dissertação de Mestrado.
- ARAGÃO, Rosália M. R. ; SILVA, L. H. ; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R. P. ; Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Campinas (SP): Vieira Gráfica e Editora, 2000.
- BABOULIN, J. C. ; BOLDAN, C. L'audiovisuel interactif, en problèmes audiovisuels, n. 15. Paris: INA, 1983.
- BORGES, G. L. A. ; FRACALANZA, H. Formação de professores de Biologia, material didático e conhecimento escolar. Campinas (SP): UNICAMP, Faculdade de Educação, 2000. Tese de doutorado.
- BRASIL - Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional (LDB). Brasília: 1996.
- BRASIL – Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. Brasília: 1998.
- BRASIL - Ministério da Educação – Secretaria de Educação Média e Tecnológica: Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio). Brasília: 1999, p. 238-250.
- BRUNER, J. S. Uma nova teoria de aprendizagem. 4ª edição. Tradução: Ribeiro, N.L. Rio de Janeiro (RJ): Bloch Editores, 1976. Traduzida de Tooward a Theory of Instruction. Cambridge (Massachusetts, EUA): Harvard University Press, Copyright, 1966.

- CARNEIRO, V. L. Q; FIORENTINI, L. M. R. TV e Escola e os desafios de hoje: Curso de extensão para Professores do Ensino Fundamental e Médio da Rede Pública UniRede e Seed/MEC. 2ª edição. Brasília: UnB, 2002. Módulo 2.
- CHEVALLARD, Y. La Transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: Editora Aique, 1991.
- DRIVER, R. ; OLDHAM, V. A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, v.13, p. 105-122, 1986.
- DUFFY, N. V. ; WALSH, J. H. Videotaped help sessions in a freshman chemistry program. *Journal of Chemical Education (JCE)*, n. 46, p. 392, 1969.
- FERRÉS, Joan. Vídeo e educação. 2ª edição. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- FISCHER, R. M. B. Televisão & Educação: fruir e pensar a TV. 2ª edição. Belo Horizonte (MG): Autêntica, 2003.
- FRANCO, G. A. L. O Vídeo Educativo: subsídios para a leitura crítica de documentários. *Tecnologia Educacional*. Rio de Janeiro (RJ), no. 136-137, maio-ago, 1997, p. 20-23.
- FREIRE, P. Pedagogia do Oprimido. Rio de Janeiro (RJ): Editora Paz e Terra, 1970.
- GUIMARÃES, G. TV e escola: discursos em confronto, Coleção Questões da Nossa Época, v. 74. São Paulo (SP): Ed. Cortez, 2000.
- HODSON, D. Investigação e experiências didáticas: um enfoque mais crítico do Trabalho de Laboratório. Toronto, Canadá: The Ontario Institute for Studies in Education, 1994.
- KRASILCHIK, M. O professor e o currículo das ciências. São Paulo (SP): EPU, 1987, p. 5 – 41.
- LAVILLE, C. ; DIONNE, J. A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Trad.: Heloísa Monteiro e Francisco Settinieri. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda; Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.
- MARTIN-BARBERO, J. ; REY, G. Os exercícios do ver: hegemonia audiovisual e ficção televisiva / tradução de Jacob Gorender. São Paulo, SP: Editora SENAC, 2001.

- MARTIRANI, L. A. O vídeo no ensino universitário: uma experiência com a Pedagogia da Comunicação. In: I Congresso Internacional sobre Comunicação e Educação, 1998, São Paulo. Revista de Ciência e Tecnologia. Campinas (SP): Centro de Pesquisa e Tecnologia (CPTec) do Centro Universitário Salesiano de São Paulo, 1998, p. 01-10. – publicado em <http://www.eca.usp.br/nucleos/nce/pdf/094.pdf> (acessado em 22/03/2006).
- MATHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.
- MEC / BRASIL - <http://portal.mec.gov.br/seed/index.php?option=content&task=view&id=69&Itemid=199> (acessado em 30/09/2005).
- MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. Revista Comunicação & Educação. São Paulo (SP): ECA, 1995, p. 27-35, Janeiro / Abril.
- MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.
- MORTIMER, E. F. Sobre chamas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências. Texto publicado em: LOPES, A. R. C. ; MOREIRA, A. F. B. ; CHASSOT, A. Ciências, ética e cultura na educação. São Leopoldo (RS): Editora UNISINOS, 1998, p. 99-118.
- NAPOLITANO, M. Como usar a televisão na sala de aula. 5ª edição. São Paulo: Contexto, 2003.
- PEREIRA, N. S. ; BAPTISTA, J. A. Sinopses de vídeos da TV Escola: contribuição para professores do Ensino Médio de Química. Brasília: UnB, IQ, 2005. Monografia de graduação.
- RAMOS, M. G. Epistemologia e Ensino de Ciências: Compreensões e Perspectivas. In: MORAES, R. (Org.). Construtivismo e o ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre (RS): Edipucrs, 2000, p. 13-35.
- SALGADO, R. G. ; PEREIRA, R. M. R. ; SOUZA, S. J. Pela tela, pela janela: questões teóricas e práticas sobre infância e televisão. Cad. Cedes, , vol. 25, n. 65, p. 9-24. Campinas (SP): 2005, jan/abr.

- SANTOS, G. L. Módulo Integrado III – Meios e Materiais para a Educação a Distância. Brasília: SESI / UnB, 2001.
- SANTOS, W. L. P. ; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S no contexto da educação brasileira. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, 2000, Vol. 2, N°2, p. 133-162.
- SEEDF - www.se.df.gov.br (acessado em 30/09/2005).
- SILVA, C. D. ; MÓL, G. S. A Química do Telecurso 2000. Brasília: UnB, IQ, 2003. Monografia de graduação.
- SOUZA, L. R. ; BAPTISTA, J. A. Análise de vídeos para aulas de Química. Brasília: UnB, IQ, 2003. Monografia de graduação.
- VALLADARES, R. Sílvio ao vivo. Revista Veja. São Paulo: ano 33, n.20, p. 148-58, maio, 2000.
- WOLTON, D. Elogio do Grande Público – uma teoria crítica da televisão. São Paulo (SP): Ed. Ática, 1996.

ANEXOS

ANEXO 1

Manual para utilização didática do vídeo

O vídeo em questão traz uma abordagem incomum em Química Orgânica, servindo para o professor utilizá-lo para introduzir o assunto para alunos do Ensino Médio que, preferencialmente, ainda não tiveram qualquer contato com o tema. Mas, mesmo que o aluno já tenha noções de Orgânica, este vídeo didático-educativo faz seu uso pertinente, pois esclarece e interliga assuntos geralmente trabalhados sem qualquer ligação entre si. O vídeo é didático, por ser capaz de ensinar conceitos de Química e da história da borracha no Brasil aos alunos, e educativo, porque visa à conscientização ambiental e o desenvolvimento sustentável na floresta.

O assunto de Química é abordado gradativamente, muitas vezes de maneira indireta, enquanto é contada a história da borracha na Amazônia, por meio de entrevistas a seringueiros, locução, animações e questionamentos de alunos. Assim, as informações químicas não soam de forma pesada aos espectadores.

Ao trazer à tona a coleta de látex para a produção de borracha, há a inserção de um questionamento sobre como o látex se torna borracha. Antes de responder que se trata de uma reação de polimerização, a locução faz uma pequena pausa para falar de atomística, ligações químicas e ligações intermoleculares. Na seqüência, o vídeo menciona a polimerização para dar início à Química Orgânica. A introdução de abordagem orgânica por meio da polimerização se faz por dois motivos. O primeiro é que o aluno entenda como as cadeias carbônicas formam diversas substâncias na natureza, como proteínas, açúcares e outras, compreendendo-as e não apenas decorando as nomenclaturas. O terceiro é que o aluno, por meio de animações exibidas nos vídeos, possa melhor compreender que as reações químicas apresentam grande mobilidade, o que não fica claro nas estáticas representações dos livros didáticos. Dessa forma, pequena noção de mecanismo de reação é mostrada para que os alunos não tenham a sensação de que o reagente se torna produto por meio de um passe de mágica. Outro questionamento, a respeito da deformação das borrachas, exige explicação do professor, após o término do vídeo, sobre a vulcanização (Clayden, 2000), a qual também é mostrada por representação de animações moleculares no vídeo.

Seguindo a história da borracha na Amazônia, a locução relata fatos pertinentes à Geografia e História, abordando aspectos sociais e econômicos. Assim, a questão da indústria automobilística foi bastante significativa, levando ao furto de sementes na Amazônia para plantar na Ásia e ao desenvolvimento da borracha, conforme apresenta Ninis e Pastore (2002)². É mostrada a fórmula de uma das borrachas sintéticas: a SBR. A partir da repetição de uma seqüência de átomos do elemento químico carbono, chega-se à cadeia principal, tanto na borracha sintética quanto na natural, abordando a existência dos compostos orgânicos. Neste momento, quando se questiona sobre a definição de Química Orgânica, é introduzido o histórico deste ramo da ciência, apresentando as idéias de grandes pesquisadores como Bergman, Berzelius, Wöhler, Kekulé e Couper, desde a teoria da força vital aos postulados de Kekulé-Couper, que são a base da Química Orgânica. Assim, inicia-se a classificação das cadeias carbônicas, que podem estar arranjadas de forma aberta ou fechada, conforme mostra o vídeo. Este trecho serve como subsunçor para o professor, posteriormente, trabalhar com os alunos, além dos postulados de Kekulé-Couper, as classificações das cadeias carbônicas não somente em aberta ou fechada, mas em saturadas e insaturadas, aproveitando que o vídeo apresentou o benzeno. Então, a classificação em aromáticas ou não aromáticas também pode ser feita pelo professor neste momento.

Quando se questiona sobre a presença de átomos de outros elementos químicos nas cadeias carbônicas, a locução define e demonstra os grupos funcionais que dão origem às diversas funções orgânicas: hidrocarbonetos, álcoois, cetonas, aldeídos, éteres, ésteres, aminas, amidas, compostos halogenados, nitrocompostos, dentre outros. Para que a verificação da diferença entre os grupos seja melhor compreendida, há um intervalo entre a apresentação de um e outro grupo funcional. Este trecho oferece ancoragem para o professor trabalhar, em aula(s) futura(s), exemplos de cada grupo funcional com os alunos, obtidos do cotidiano. Neste momento, pode-se trabalhar a nomenclatura orgânica quanto ao

¹ www.petroflex.com.br/perfil_borracha.htm e <http://educar.sc.usp.br/licenciatura/2003/quimica/paginahtml/polimeros7.htm>

² NINIS, A. B. ; PASTORE Jr, F. A Amazônia e a borracha natural: histórico e perspectivas. Tópicos em Desenvolvimento Sustentável II. Brasília: UnB, CDS, 2/2002.

³ Cernambi é o processo de coagulação natural do látex, pelo qual o seringueiro o deixa, após a sangria da árvore, repousar em um recipiente até tomar aspecto sólido.

⁴ Péla ou bola é o processo pelo qual o látex é coagulado pela ação da fumaça derivada da queima de madeira, no qual o seringueiro expõe seus pulmões enquanto molda o aspecto “esférico” e sólido da borracha formada.

número de carbonos na cadeia principal (met, et, prop...), à presença de radicais (metil, etil, vinil...), à ligação entre carbonos (an, en, in) e aos grupos funcionais presentes (sufixo o, ol, ona...).

Depois de informar que as moléculas de uma substância podem conter diversos grupos funcionais, o vídeo continua a explicação sobre polímeros, classificando-os em naturais ou sintéticos e em termoplásticos ou termorrígidos, além de poderem ser considerados elastômeros. Aspectos biológicos da floresta, como o mal-das-folhas, e sociais são relatados para expressar a influência da borracha na economia amazônica e até mundial. Conflitos político-sociais, como o caso Chico Mendes, também estão contextualizados na seqüência do vídeo. Alguns materiais derivados da borracha são apresentados. Neste momento, há o questionamento do porquê da diferença de rigidez entre materiais de borracha. Outra animação é mostrada no momento, indicando a relação diretamente proporcional entre o percentual de enxofre na vulcanização e a rigidez da borracha.

Na seqüência, mostram-se as etapas pelas quais a borracha pode passar antes de ser vulcanizada. O vídeo apresenta desde o trabalho do seringueiro até a obtenção de um produto bruto final para o mercado. Depois da coleta, o látex pode passar por dois processos de coagulação (cernambi³ ou péla⁴) antes de ir para uma usina de beneficiamento, que fabrica o Granulado Escuro Brasileiro, muito utilizado na indústria de pneumáticos, mas de elasticidade comprometida e propulsor de grande gasto de água e energia. O vídeo, por meio da locução, questiona a necessidade de beneficiamento em uma usina, apresentando tecnologias alternativas que dispensam os gastos com água e energia, obtendo, ainda, um produto com boa qualidade e alta elasticidade. Assim, tem-se a pretensão de mostrar que a Química pode melhorar a qualidade da borracha e as condições de trabalho dos seringueiros. Portanto, é interessante que o professor, neste momento, discuta com os alunos a importância da Química para a sociedade como um todo, e que, graças ao seu desenvolvimento, maior conforto pôde ser oferecido ao homem.

O quadro a seguir orienta o professor quanto a possíveis temas químicos que podem ser trabalhados no vídeo, em relação ao cotidiano e aos aspectos históricos relacionados.

Relação Histórico X Cotidiano X Abordagem Química do vídeo

Histórico	Cotidiano	Abordagem Química ou interdisciplinar
Colombo – caucho (índios)		História / Geografia
1735 – Charles de la Condamine (Primeiro estudo científico sobre a borracha)	A importância do seringueiro como guardião da floresta	Matéria; Substância; Material; Ligações Químicas; Ligações Intermoleculares; Moléculas; Polimerização.
1800 – Sandálias de borracha (índios)		História / Geografia
1823 - Macintosh (Impermeabilização)		
1839 – Goodyear (Vulcanização)		Deslizamento entre as moléculas; Vulcanização quente e fria.
1845 – R.Thomson (Invenção do pneu e câmara de ar)		História
1850 – 1910 (Hegemonia da borracha amazônica no mundo)		História / Geografia
1876 – Henry Wickham (Biopirataria)		História / Sociologia
1910 - Crescimento dos seringais de cultivo na Ásia; - Crise da borracha amazônica		História / Geografia
1912 “Plano de Defesa da Borracha” no Brasil		Biopirataria

<p>1942-1945(2ª Guerra)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bloqueio japonês na Ásia; - Novo auge da borracha no Brasil; - Soldados da Borracha; - Pesquisas dos E.U.A. para sintetizar a borracha em laboratório. 		<p>História; Borracha natural e sintética; Conceito de Química orgânica; Grupos Funcionais; Polímeros artificiais e sintéticos; Termorrígidos e termofixos; Elastômeros.</p>
<p>1945</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fim da guerra; - Fim do bloqueio japonês; - Consolidação da borracha sintética; - Nova crise da borracha brasileira. 		<p>História</p>
<p>Década de 1960</p> <ul style="list-style-type: none"> - JK e a indústria automobilística nacional; - Novo auge da borracha brasileira; - Mal-das-folhas; - Nova crise; - Cultivo de seringais em outras regiões brasileiras. 		<p>História</p>
<p>Décadas de 1970/80</p> <ul style="list-style-type: none"> - Crescimento dos seringais de cultivo brasileiros; - Manutenção de uma política de proteção comercial à borracha natural; - Estabilização do mercado brasileiro de borracha. 		<p>História</p>

<p>Década de 1990</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desmantelamento da política de proteção da borracha nacional; - Aumento da concorrência; - Crise da indústria mundial; - Crise do Japão; - Queda dos - Globalização da economia brasileira; - Nova crise no Brasil. 	<p>A diversidade do emprego da borracha</p>	<p>História / Geografia; Dureza e Flexibilidade da borracha proporcional à adição de enxofre</p>
	<p>- Métodos de produção de borracha bruta: . Cernambi e Péla.</p>	
	<p>- Métodos de Beneficiamento da borracha natural: Usina e Métodos Alternativos (Tecbor e o chamado Couro Vegetal)</p>	<p>Sociologia; Coagulação pela acidulação sem fumaça; Vulcanização</p>
		<p>Química e Sociedade: A importância da Química para o seringueiro e para a sociedade</p>

É importante que o professor não tenha a pretensão de esgotar o vídeo em uma única apresentação. Após ser exibido uma primeira vez e sem interrupção, pode repetir as partes que achar mais interessante ou levar os alunos para assisti-lo novamente, após o assunto ter sido aprofundado por meio de explicações, discussões e exercícios. Assim, o professor pode repetir, por exemplo, as reações e ligações químicas apresentadas no vídeo, para que o aluno compreenda melhor o

que lhe foi apresentado no quadro-negro ou nos livros. Se achar conveniente, o professor pode exibir o vídeo novamente para a turma, por inteiro, após ter encerrado o tópico de Química Orgânica, pois os alunos, mais maduros em relação ao assunto, poderão compreendê-lo melhor, em uma segunda apresentação. Não é muito aconselhável a interrupção do vídeo durante a primeira exibição, pois isso o tornará cansativo aos alunos. Mesmo que eles não venham a compreender todos os assuntos apresentados durante a primeira exibição, podem ficar curiosos e motivados a entendê-lo por meio de explicações futuras do professor. Já na segunda exibição, as pausas podem ser feitas para se frisar determinados pontos destacados durante as aulas.

ANEXO 2

Roteiro do vídeo

“A HISTÓRIA DA BORRACHA NA AMAZÔNIA E A QUÍMICA ORGÂNICA”

[PAISAGENS DA FLORESTA, COM MÚSICA AO FUNDO]

[POESIA DA SERINGA (Nivaldo Reis) – Primeira metade]

Árvore robusta das raízes profundas
Da seiva tão rica que alimenta o mundo
Da copa tão bela que nos protege do calor
Do caule singelo que sustenta a flor
Em agosto sementes para as folhas trocar
Esconde a produção e não devemos sangrar
Quando pequena, é fácil de identificar
Dilacerando uma folhinha, o látex começa a exudar
Depois de cinco anos, ela entra em produção
Oferecendo a borracha para movimentar a nação
Matéria-prima como esta que não há substituição
Da borracha se faz quase tudo que se pode imaginar
E é mais difícil dizer onde não a utilizar
Pois com ela se apaga até erros de quem quis e não soube acertar

NARRADOR

Historicamente, a borracha já era conhecida pelos índios antes da colonização européia. Colombo, em sua terceira viagem às Américas, relatou o uso pelos nativos de uma bola de borracha chamada de caucho. Entretanto, o primeiro estudo científico sobre a borracha foi realizado por Charles de la Condamine, em 1735, durante viagem ao Peru.

A partir de então, aumentou-se gradativamente o interesse nesse novo material cuja produção, ao contrário de muitos produtos industriais, não devasta o ambiente, se praticada de maneira sustentável. Para que este objetivo seja atingido, o látex, matéria-prima da borracha, deve ser coletado sem degradar a enorme árvore

que o sintetiza: a seringueira, cuja espécie mais apreciada é a *Hevea brasiliensis*. Por isso a atividade de cultivo de seringueiras é chamada de heveicultura.

Portanto, o trabalhador responsável pela coleta do látex, conhecido por seringueiro, deve fazer um revezamento de corte entre as estradas de seringas, ou seja, o conjunto de seringueiras presentes numa mesma trilha da mata.

Cabe ao extrativista a preservação das árvores nativas que se encontram espalhadas pela floresta. Nesse contexto, o seringueiro, além de extrativista, pode assumir o papel de guardião da floresta...

[Mostra seringueiros abraçando uma árvore]

De acordo com dados do IBGE, cada seringueiro percorre de 2 a 3 estradas por semana, num espaço entre 200 e 500 hectares de floresta, vigiando, espontaneamente, uma área dificilmente coberta por um guarda florestal.

É também vital, em cada árvore, o revezamento das superfícies riscadas, denominadas de painel ou bandeira. O período de entressafra de cada seringueira é de 6 meses, tempo necessário para uma boa reconstituição da casca, desde que o corte não seja tão profundo a ponto de prejudicar o transporte das seivas.

[Mostrar anatomia de um caule]

[Na seqüência, entrevista com seringueiros falando das estradas e bandeiras]

<Créditos em ESTRADAS>

SERINGUEIRO 1

Eu cortava só duas / E meu parceiro duas... Porque a gente cortava um dia e falhava um dia, né! As outras ficavam isoladas...

SERINGUEIRO 2

Eu tinha 4!

<Créditos em SERINGUEIRAS POR ESTRADA>

SERINGUEIRO 2

Não era muito não! Tinha 60... tinha 80... tinha...45... Então era seringa boa!

SERINGUEIRO 1

Dessa que eu cortava aqui, do tempo que eu cortava, tinha 120... na outra pra ali tinha 80! / Desse tipo aqui (aponta para uma frondosa seringueira) só tinha essa aqui e mais umas duas!

<Créditos em BANDEIRAS POR SERINGA>

SERINGUEIRO 1

Oito! / Oito latinhas!

<Créditos em PRODUÇÃO DE CERNAMBI POR ÁRVORE>

SERINGUEIRO 1

Eu acho que se aqui eu cortasse 3 dias era 12 quilos! / É! Eu acho que ela dava 12 quilos de cernambi! / E já seco! Junta aí que chega e o bico já ta seco...

<Créditos em MORTE DA SERINGUEIRA>

SERINGUEIRO 1

Às vezes é mal cortada de quem corta, né? Que não foisó eu, depois entram outros... E outra é que tem vez que morre mesmo! / Começa a morrer encima, né? / E de lá ela vem quebrando, quebrando até... / Quando não, ela morre pelo cortador – ele tem que puxar muito pra pegar a madeira, aí seca e começa apodrecer e a ... chega! / Aqui trabalhou uns aqui que diz que eles usavam, né? / Querosene! Diz que é a faca no querosene! / Coloca no querosene aí no outro dia tira e vai cortar e aí, aí a seringueira bota o leite e ela bota pra... aí seca a seringueira... aí vai, vai... a broca chega e aí morre!

[Mostra coleta do látex]

ALUNO

Mas como o látex, que é líquido, adquire a forma de borracha?

NARRADOR

³ Broca é um tipo de fungo que pode causar doenças na árvore, caso esta tenha um corte profundo.

Antes de responder esta pergunta, vamos rever alguns conceitos químicos... Alguns séculos antes de Cristo, na Antiga Grécia, filósofos já se preocupavam com a constituição da matéria e haviam proposto hipóteses a respeito da descontinuidade da matéria. Dentre elas, a proposta sugerida por Demócrito e Leucipo, sugerindo que tudo é formado por átomos, é a que vigora hoje, considerando suas evoluções. Os átomos, hoje aceitos como sendo divisíveis, se combinam por meio das chamadas ligações químicas, originando substâncias. Caso os átomos estejam se combinando por meio de ligações químicas do tipo covalente, formam moléculas que constituem substâncias moleculares. As moléculas ligam-se entre si por meio de interações mais fracas que as ligações entre os átomos, conhecidas por ligações ou forças intermoleculares. Como exemplo de substâncias moleculares, podemos citar a água, os açúcares e a cafeína, dentre outras substâncias. Quando duas ou mais substâncias estão juntas, temos um material. E são exatamente misturas de substâncias moleculares que formam materiais como o petróleo, a gasolina, o café e a borracha!

O látex, precursor da borracha natural, é um material formado por moléculas de isopreno [Mostra a fórmula] que, ao serem catalisadas por um agente ácido ou até mesmo em contato com o ar, se unem por meio de uma reação química chamada de polimerização.

[Mostra animação da reação de polimerização]

A reação de polimerização é o processo precursor dos materiais conhecidos por polímeros. Polímeros são, portanto, materiais constituídos por macromoléculas formadas por moléculas menores, que por sua vez se repetem em sua extensão. Essas moléculas menores são chamadas de monômeros.

[Mostra animação da extensão de um polímero]

Por volta de 1800, deu-se início à utilização em massa da borracha: os calçados impermeáveis dos índios faziam sucesso na América! Em 1823, os estudos de Macintosh propuseram a impermeabilização, o que resultou na produção de tecidos impermeáveis. Botas de neve também foram fabricadas nessa época para serem usadas na Europa. Infelizmente, as alterações que os artefatos de borracha natural sofriam sob a influência do frio, tornando-se frágeis, e o inconveniente de

⁴ O látex é constituído por cerca de 55% de água e 35% de hidrocarbonetos, como o isopreno.

⁵ Por questões ilustrativas, o vídeo mostra uma borracha sendo mergulhada em nitrogênio líquido, a fim de ser congelada rapidamente. Mas, mesmo em locais frios, a borracha tende a se tornar quebradiça.

aderirem-se uns aos outros se ficassem expostos ao sol, desestimularam os consumidores.

ALUNO

Por que os antigos produtos de borracha se deformavam e, hoje em dia, não têm esse problema de degradação?

NARRADOR

As cadeias que constituem as borrachas apresentam um arranjo desordenado e, quando submetidas a uma tensão, podem até ser espichadas, formando estruturas com comprimento maior que o original. Artefatos de borracha podem sofrer deformações com o passar do tempo ou com as alterações climáticas, pois há deslizamento entre as moléculas presentes na borracha, podendo tornar determinadas deformações irreversíveis.

[Mostra esticamento da borracha]

Em 1839, Charles Goodyear fazia experimentos com borracha sob alta temperatura e, acidentalmente, deixou cair enxofre sobre ela, levando a sua ... Esse processo foi denominado vulcanização, em homenagem ao mitológico deus Vulcano. A deformação da borracha obtida dessa forma é reversível, ou seja, passível de voltar à forma original após alguma deformação. Isso acontece porque os átomos de enxofre ligam-se às moléculas do ..., dificultando que haja afastamento ou deslizamento entre elas.

[Mostra a animação de deslizamento entre moléculas e iniciação da vulcanização simples]

Atualmente, para aumentar a rapidez da vulcanização se utiliza como catalisadores substâncias cujas moléculas orgânicas possuem um átomo de enxofre que ainda pode fazer uma ligação química. Com esse catalisador, o processo de Vulcanização pode ocorrer a uma temperatura muito mais baixa. [Mostra a animação de iniciação da vulcanização com catalisador]

⁶ A estabilização em questão refere-se à estabilização industrial, na qual alterou-se as propriedades viscoelásticas, mecânicas, resistência à oxidação, resistência a solventes e a resistência à alterações causadas por variação de temperatura.

⁷ O polímero em questão é o polisopreno.

A borracha, enfim, foi consolidada como produto industrial. Em 1845 R. W. Thomson inventou o pneumático e a câmara de ar. Em 1850 já se fabricavam brinquedos de borracha. Assim, no final do século XIX, a borracha passou a ter valor econômico e importância no mercado internacional, dando início ao ciclo da borracha no Brasil. A borracha, material insubstituível na época, ainda não era sintetizada, o que obrigou à contratação de novos seringueiros. Muitos deles eram nordestinos que foram explorar a floresta amazônica em busca de mais árvores, ao mesmo tempo que fugiam da seca. Essa busca por seringueiras foi responsável pela demarcação geográfica da parte brasileira da floresta amazônica e pela anexação do estado do Acre ao território nacional, após conflitos entre bolivianos e os seringueiros armados pelos patrões.

Ainda no século XIX iniciaram-se trabalhos e pesquisas químicas para descobrir a composição da borracha e novos métodos para sua síntese. A indústria de pneumáticos viu nessas pesquisas a possibilidade de se tornar independente das plantações mundiais de seringueiras.

Detentores de um confortável monopólio mundial, os barões da borracha amazônica continuavam expandindo uma produção extrativa incapaz de acompanhar a demanda do mercado, o que refletiu em aumento nos preços ofertados ao consumidor. Mas a promissora indústria automobilística deixou os ingleses desconfiados quanto à capacidade da Amazônia em fornecer borracha ao mundo inteiro. Iniciaram-se as tentativas de obtenção das sementes e, em 1876, Henry Wickham, num ato de biopirataria, conseguiu transportar 70.000 sementes da região de Buim, no Pará, para plantar em estufas do Kew Gardens, em Londres, e depois transplantar as poucas sobreviventes no antigo Ceilão. Iniciava-se o até então inacreditável cultivo de seringueira fora da Amazônia.

Em 1912, com o crescimento e estabelecimento dos plantios asiáticos, iniciava-se o pior período da história amazônica, dando início a inúmeras falências no Brasil. Nesse mesmo ano, o governo brasileiro lançou, em vão, o Plano de Defesa da Borracha. Só para se ter uma idéia da supremacia asiática, o volume de borracha que, em 1910 era de 8 mil toneladas, subiu para 360 mil toneladas até 1920. Em 1926, o Brasil que, antes dos seringais asiáticos, detinha praticamente todo o mercado mundial, era responsável por apenas 5% da produção de borracha do planeta.

Durante a segunda guerra mundial, o bloqueio japonês na Ásia impediu o comércio com os seringais de cultivo, dando novo auge à borracha brasileira. Uma nova demanda de nordestinos migraram para a Amazônia: são os chamados soldados da borracha. Mas o baixo volume da produção extrativa incentivou pesquisas nas quais os EUA chegaram à primeira borracha sintética, derivada do petróleo: a GR-S ou SBR, um produto facilmente vulcanizável que acabou se tornando o carro-chefe da borracha mundial, apesar de suas propriedades não corresponderem a todas as qualidades da natural. Mas o custo baixo e as características principais foram determinantes para que se tornasse concorrente imbatível. Hoje as borrachas sintéticas são utilizadas em pneus de automóveis, modificações de asfalto, calçados, adesivos e peças técnicas. O mercado trabalha com as duas possibilidades de matéria-prima, dependendo da oferta do produto natural. Porém, a borracha sintética é um derivado petroquímico, sendo este um produto natural não-renovável e de futuro incerto.

Com o final da guerra, a Amazônia encontrou-se novamente entre a concorrência dos plantios da Ásia e a consolidação da borracha sintética, entrando novamente em uma fase de decadência.

[Mostrar fórmulas de borracha sintética]

Como se pôde observar tanto na borracha natural como na sintética, as moléculas são formadas por longas cadeias, constituídas pela união química monômeros. Estas pequenas moléculas são constituídas, principalmente, por átomos de carbono e são consideradas substâncias orgânicas.

ALUNO

O que são compostos orgânicos?

NARRADOR

São compostos estudados pelo ramo da ciência batizado de Química Orgânica, em 1777, quando Torben Bergman os relacionou às substâncias produzidas por organismos vivos (animais ou vegetais), direcionando os estudos dos compostos minerais à Química Inorgânica.

ALUNO

Mas o que tem de especial nos organismos vivos que permite que eles fabriquem os compostos orgânicos?

NARRADOR

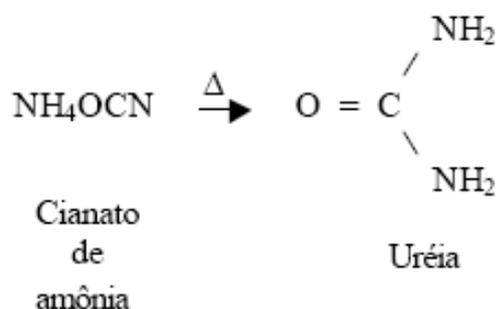
Em 1807, o químico sueco Jöns Jacob von Berzelius sugeriu que somente os organismos vivos possuíam a força vital, fator responsável pela produção dos compostos orgânicos.

ALUNO

Então não tem jeito de fabricar um composto orgânico em laboratório?

NARRADOR

Em 1828, o químico alemão Friedrich Wöhler, aluno de Berzelius, derrubou a teoria da força vital ao sintetizar uréia em laboratório, por meio do aquecimento do Cianato de Amônia:



ALUNO

Já que tem jeito de produzir compostos orgânicos fora de organismos vivos, como se pode definir Química Orgânica?

NARRADOR

O alemão Friedrich August Kekulé, em 1857, definiu a Química Orgânica como a Química dos compostos de Carbono e, independentemente e simultaneamente com o escocês Archibald Scott Couper, propôs os seguintes postulados, que são a base para este ramo da Química:

1 - O Carbono é tetravalente, ou seja, estabelece até 4 ligações com outros átomos;

2 – As 4 valências do Carbono são equivalentes;

3 - Os átomos de Carbono podem se ligar entre si, formando longas cadeias.

Esse encadeamento é responsável, por exemplo, pela formação dos polímeros. As cadeias carbônicas podem se dispor de forma aberta ou fechada. Foi o próprio Kekulé que propôs a existência de cadeias fechadas, ao elucidar a estrutura do Benzeno: com evidências de que se tratava de uma cadeia insaturada, na qual havia 3 ligações duplas entre carbonos, ele não conseguia representar o composto de forma que os seus 6 átomos de Carbono e 6 átomos de Hidrogênio pudessem ficar estáveis, até sonhar que a substância se remexia como uma cobra que mordida a própria cauda e deduziu que deveria se formar um ciclo, fechando a cadeia e completando as ligações com duplas alternadas entre os carbonos.

[INSERIR ANIMAÇÃO DA CADEIA COMO COBRA]

ALUNO

Pode-se dizer, então, que todo composto constituído por carbono é um composto orgânico?

NARRADOR

Todo composto orgânico possui carbono. O ácido clorídrico, embora não contenha carbono em sua composição, é produzido pelo organismo humano para propiciar a digestão. Então, nem todo composto produzido por organismo vivo é considerado composto orgânico.

ALUNO

Além do Hidrogênio que tanto apareceu nos exemplos mostrados, outros tipos de átomos podem se ligar à cadeia carbônica?

NARRADOR

Sim! Aos átomos de Carbono de um composto orgânico, podem estar ligados diferentes grupos de átomos, os quais são denominados grupos funcionais.

A Química Orgânica é responsável pelo estudo dos diversos grupos funcionais, tais como hidrocarbonetos, álcoois, cetonas, aldeídos, éteres, ésteres, ácidos carboxílicos, aminas, amidas, halogenados, nitrogenados etc. Esses grupos são diferenciados, principalmente, por meio dos átomos ligados à cadeia principal de carbono. [Enquanto fala dos grupos, mostra estruturas como exemplo, destacando em outra cor o grupo funcional de cada uma]. Um polímero pode possuir diversos grupos funcionais [Mostra um polímero que contenha vários grupos funcionais].

Independente dos grupos que os formam, os polímeros podem ser naturais ou sintéticos:

- Dentre os polímeros naturais, além da borracha derivada da seringueira, temos a celulose, o amido e as proteínas (como a teia de aranha, a seda, a caseína e a proteína do leite).

- Já os polímeros artificiais ou sintéticos são constituídos basicamente pela borracha artificial e pelos plásticos como, por exemplo, o polietileno, o teflon, o poliéster e o acrílico.

Tanto os polímeros naturais quanto os sintéticos podem ser classificados em termoplásticos ou termorrígidos. Termoplásticos são aqueles que podem ser fundidos por aquecimento e, após resfriamento, solidificados, permitindo a alteração de seu formato. Esse processo pode ser feito diversas vezes, embora haja um grau de degradação química que limita o número de reciclagens.

A borracha natural integra o grupo dos termorrígidos, ou termofixos, já que só pode ser moldada uma vez, após a primeira secagem.

A borracha, natural ou artificial, é classificada como um elastômero, tipo de polímero que possui alta elasticidade. Além da borracha natural, proveniente da seringueira, há outros exemplos de elastômeros naturais, entre os quais podemos citar:

- A Guta-percha, obtida das folhas de Palaquim, uma árvore nativa da Malásia;
- A Balata, similar à guta-percha, mas obtida da *Minusops globosa*, nativa do Panamá e norte da América do Sul.

Mas, na década de 1960, com o forte incentivo do presidente Juscelino Kubitschek à indústria automobilística, a produção brasileira de borracha volta a ter novo auge, até se esbarrar em um problema que se alastrou, devido à umidade da região Norte: o “mal-das-folhas”, fungo que diminui ou impede a produção de látex. A

solução parecia ser a importação, mas como se havia estabelecido uma política de apoio ao consumo nacional, seringueiras passaram a ser cultivadas em outras regiões, contemplando Bahia, Mato Grosso e Espírito Santo, sob forte incentivo fiscal. São Paulo, não contemplado inicialmente, é hoje o maior produtor de borracha do país.

A década de 1980 foi marcada por conflitos entre seringueiros e madeireiros, o que resultou na morte de um grande líder no combate à destruição ambiental: o seringueiro Chico Mendes.

Na década de 1990 foi sendo desmontada a política de proteção da borracha nacional, acompanhada por um longo período de queda de preços no mercado internacional.

Movimentos de seringueiros da Amazônia pressionaram o governo para o estabelecimento de uma subvenção federal aos produtores extrativistas de borracha derivada de seringais nativos, protegendo-os da disputa com os seringais de cultivo.

Anteriormente à descoberta da borracha na Amazônia, itens como bola e preservativos eram feitos com dificuldade, a partir de víceras ou couros animais. Hoje, o emprego da borracha é muito amplo, devido às características e propriedades elastômeras, permitem sua utilização em praticamente todos os setores da economia: automobilístico, calçadista, construção civil, plásticos, materiais hospitalares, entre outros também de grande importância para a sociedade moderna.

ALUNO

Mas por que há borrachas mais duras e outras mais flexíveis?

NARRADOR

Quanto mais moléculas de enxofre ligadas às macromoléculas de poliisopreno, mais rígida será a borracha.

[Mostra animação de adição seqüencial de enxofre às macromoléculas]

Borrachas para luvas cirúrgicas, por exemplo, utilizam percentual de enxofre menor do que borracha de pneus. Antes de passar pela vulcanização, a borracha pode passar por diferentes etapas de produção.

Independentemente da metodologia utilizada, o processo de produção da borracha natural sempre parte do mesmo ponto: a sangria das seringas e coleta do

leite, conhecido por látex. Após a coleta, o látex coagula naturalmente tornando-se um sólido que poderá passar por caminhos diferentes: a usina de beneficiamento ou outra tecnologia alternativa.

A Usina de beneficiamento trabalha a partir da borracha coagulada pelos extrativistas. Nesse caso, o seringueiro tem duas opções para coagular o látex coletado: o cernambi ou a bola de borracha.

a) O Cernambi é o leite pela ação natural do ar, do calor e de microorganismos, método mais difundido na Amazônia.

[Mostra seringueiro que utiliza desse método]

ALUNO

Mas como o látex pode ser coagulado por ação natural?

⁸ A coagulação ocorre quando o pH do látex é diminuído. No interior da seringueira, seu pH é neutro.

NARRADOR

Ao deixar o látex exposto ao ar e ao calor para coagulação espontânea, se permite maior proliferação de bactérias e fungos que degradam agentes ácidos capazes de coagular o leite da seringa, assim como ocorre no queijo.

ALUNO

Mas por que o látex não coagula antes de ser coletado?

NARRADOR

No interior da árvore, o látex é protegido do contato com o ar e pelo sistema imunológico da planta, diminuindo a proliferação de fungos e bactérias a ponto de impedir a sua coagulação. Já coletado, o látex perde essa imunidade. Por esse motivo sua coagulação natural exala odor desagradável, devido a gases liberados pela ação dos fungos e bactérias.

ALUNOS

Aahhhhhh!!!

NARRADOR

O cernambi deixa muito a desejar em relação à qualidade da borracha, pois acumula muitas impurezas, apesar das bactérias e fungos servirem como catalisadores da coagulação. O coágulo, como é chamado, é vendido para a indústria por cerca de meio dólar o quilograma.

b) A segunda opção é a coagulação do leite por meio da fumaça de uma fogueira, num processo de defumação que forma a chamada Bola de borracha, também conhecida por PELA.

[Mostra seringueiro que utiliza desse método]

ALUNO

Mas por que a fumaça coagula o látex?

NARRADOR

A fumaça contém vários componentes, entre os quais o ácido pirolenhoso, que é constituído por várias substâncias, como o alcatrão e o ácido acético. A ação dos ácidos provoca a coagulação instantânea do látex.

ALUNO

O que é alcatrão?

PROFESSOR

Na verdade, o alcatrão é uma mistura de várias substâncias, como o arsênio, o níquel e o cádmio.

[A visão da câmara se aproxima mais da bola de borracha envolta de fumaça]

A borracha formada possui impurezas derivadas da fogueira, mas elimina bactérias e fungos. Porém, a borracha da bola possui menor elasticidade em relação ao cernambi. Para complicar, esse processo compromete em muito a saúde dos seringueiros, que respiram a fumaça, e ainda contaminam o ambiente com a proliferação de detritos resultantes da queima da fogueira. Devido a estes motivos, a PELA caiu em desuso.

NARRADOR

Tanto a borracha do cernambi quanto à da bola não possuem a qualidade exigida pelos padrões industriais. Ambas precisam passar por uma usina onde a borracha é triturada, lavada e aquecida ao forno, em um processo que gasta muita água e energia, além de exigir equipamentos de alto custo.

[ENTREVISTA COM GERENTE DA USINA, falando sobre a questão social da usina]

GERENTE

Em 98 eu fui convidado para vir a Santarém, onde nós começamos a desenvolver um trabalho no município de Santarém e iniciamos com as comunidades extrativistas, principalmente, e ribeirinhas que mexem com produção

extrativa, principalmente a produção de borracha. A maioria dos funcionários que trabalham aqui hoje são seringueiros e, devido a cursos que eles tiveram pra trabalhar com as máquinas, eles foram remanejados da comunidade para virem trabalhar aqui na usina. Mas as famílias tão na comunidade, tão lá na área trabalhando também, tirando o látex e mandando pra cá, pra usina.

[ENTREVISTA COM TÉCNICO, falando sobre o teste de qualidade]

TÉCNICO

Toda borracha, após seca, ela é analisada em laboratório pra garantir a certificação...

NARRADOR

Ao chegar na usina, levada geralmente pelo próprio seringueiro ou trazida pela própria fábrica, a borracha é pesada e lavada, passando, posteriormente, para a etapa da granulação.

- A Granulação elimina sujeiras, como areia e pedra, que grudam na borracha durante o transporte dos seringais até a usina mas, por decantação, são separadas no tanque de remolho. Em seguida, os grãos de borracha seguem para a Calandra de laminação.

- Na Calandra de laminação, a borracha é novamente lavada, e a umidade imediatamente retirada durante a sua uniformização, onde formam-se enormes mantas de borracha.

- As mantas são submetidas a uma . subsequente, que diminui ainda mais as partículas da borracha, de modo a facilitar a secagem.

ALUNO

Mas por quê a diminuição das partículas facilita a secagem?

NARRADOR

Graças à diminuição das partículas, há aumento da superfície de contato, o que facilita a penetração do vapor durante a secagem.

⁸ Durante a trituração e lavagem, são retiradas proteínas, lipídeos e tudo o que não é borracha.

NARRADOR

- A passagem da borracha granulada do tanque até o carrinho de secagem é um processo manual que será substituído por uma máquina que, apesar de dispensar mão-de-obra humana, recirculará a água utilizada e aplicará um produto que impedirá a colagem dos grãos, o que viria a retardar a secagem.

- A secagem é realizada na estufa, de forma que durante o aquecimento a calor no forno a lenha, o ar quente penetre por furos embaixo do carrinho, facilitando o processo. A estufa transforma os grãos em um bloco de borracha granulada.

- Para acabar com o aspecto de granulação, é feita a prensagem do bloco em uma máquina de altíssima pressão sob elevada temperatura. Os blocos de borracha derivados da secagem ficam mais compactos e rígidos, sendo ensacados para a venda.

[ENTREVISTA COM O GERENTE, falando sobre os gastos da usina]

GERENTE

Hoje é na faixa de 80 a 100 litros de água por quilo de borracha produzido / Nós pagamos mensal pra trabalhar aí 16 horas, cerca de 4200 reais de energia... porque a água nós temos um poço artesiano próprio que a gente não (faz um gesto que simboliza pagamento)... nosso maior custo, hoje, é o de energia... já a questão da... da produção.... dá em torno de... cerca de...duzentos... duzentos e oitenta reais o kW. É um preço muito alto ainda!

NARRADOR

A usina, no processo de fabricação do bloco de borracha, produz um material bem qualificado pelo mercado, mas com elasticidade bastante comprometida devido às excessivas granulações. O produto final da usina é chamado de GEB (Granulado Escuro Brasileiro) e seu custo é cerca de 1,5 dólares o quilograma, consideravelmente elevado devido aos gastos com água, maquinário e energia elétrica, consumindo um percentual que poderia ser repassado aos seringueiros.

[ENTREVISTA COM O GERENTE, falando sobre a questão social da usina]

GERENTE

O nosso objetivo não é gerar tanto lucro, mas sim gerar uma capacidade social que possa manter o produtor e principalmente o seringueiro na floresta porque hoje, com essa grande devastação da Amazônia que tá tendo, devido à invasão de... de madeireiros, de sojeiros que tão vindo, de plantadores de grãos, a usina tem uma missão importante, que é manter a capacidade de produção e manter principalmente o seringueiro lá na comunidade.

NARRADOR

Apesar do trabalho social realizado pela usina, a meta é a automatização para reduzir gastos com empregados e elevar a produção. Mas será que o seringueiro necessita de uma usina para produzir borracha de boa qualidade?

Como vimos, o seringueiro utilizou processos físicos e químicos durante a confecção artesanal da borracha, usando o ar, o calor, a fumaça e os próprios microorganismos como catalisadores do processo de coagulação do látex. Mas será que o seringueiro tem consciência sobre o uso da Química na confecção da borracha? Será que o seu conhecimento não é apenas empírico? Pode o seringueiro realizar o seu trabalho sem nunca ouvir falar de química? E se ele entender de Química? O seu trabalho pode melhorar?

Por meio da Química existem outros caminhos para a produção de borracha que dispensam a usina de beneficiamento. Um deles é a TECBOR (Tecnologia da Borracha), desenvolvida na Universidade de Brasília. Observando o processo de defumação da bola de borracha, o professor Floriano Pastore e sua equipe partiram da fumaça e isolaram o princípio ativo responsável pela defumação do látex: o ácido pirolenhoso. Este ácido, que possui odor característico de fumaça, é sintetizado no estado líquido em laboratório e possui várias substâncias em sua composição, além de alcatrões e o ácido acético. Adicionado diretamente no látex, a concentração do ácido pirolenhoso pode ser melhor dosada do que pelo processo da bola, além de diminuir sensivelmente os riscos à saúde do seringueiro, que antes precisava expor seus pulmões aos perigos da fumaça. Por esta tecnologia alternativa, o seringueiro

fabrica a FDL (Folha de Defumação Líquida), material de bastante qualidade que também é vendido a 1,50 dólares o quilograma. Como não há gastos significativos com água, maquinário e energia elétrica, todo esse valor é pago ao seringueiro, sem qualquer intermediário. Ainda pela TECBOR, o seringueiro também sintetiza outro tipo de borracha: a FSA (Folha semi-artefato), que se trata da FDL vulcanizada, ou seja, com a adição de um vulcanizante a base de enxofre além do ácido pirolenhoso.

A FSA é vendida a cerca de 2,4 dólares o quilograma, mas seu mercado é mais restrito porque após a adição de vulcanizante ao leite da seringa, a borracha não pode ser novamente vulcanizada e seu formato fica limitado à configuração inicial que lhe foi dada pela forma de secagem.

Outro exemplo de caminho alternativo para a produção de borracha está em Maguari, comunidade ribeirinha do Tapajós – PA. O seringueiro e sua família fabricam o chamado couro vegetal: tecido revestido de uma camada de borracha coagulada por ácido acético. No mesmo local, há um galpão onde o couro é costurado e dá forma a bolsas e outros artefatos, também dispensando a usina de beneficiamento.

Como vimos, por meio da TECBOR e do COURO VEGETAL, a Química pode ser usada para ajudar o seringueiro, mesmo que ele nunca a tenha estudado. Portanto, o conhecimento químico é importante para a melhoria da qualidade de vida e de trabalho da sociedade, possibilitando maiores possibilidades ao seringueiro, que deve proteger a floresta para manter o seu sustento, justificando a sua função de protetor ambiental.

[POESIA DA SERINGA (Nivaldo Reis) – Segunda metade]

É por isso que pedimos a todos que possam de si um pouco oferecer

Para proteger a seringueira e a mesma nunca desaparecer

Foi assim que a natureza nos agradeceu, dando-lhe um consolo ao nascer

E ainda oferecendo um escudo contra o HIV...

BIBLIOGRAFIA DO VÍDEO

- CLAYDEN, J.; GREEVES, N. ; WARREN, S. ; WOTHERS, P. Organic Chemistry, 1^a edition. England: Ed. Oxford University Press, 2000, p. 1469-1471.
- FONSECA, M. R. M. Completamente química: química orgânica. Coleção “completamente química, ciências, tecnologia e sociedade”. São Paulo (SP): Editora FTD, 2001.
- <http://educar.sc.usp.br/licenciatura/2003/quimica/paginahtml/polimeros7.htm>
(acessado em 10/06/2005)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/atomismo> (acessado em 17/12/2005)
- <http://www.ficharionline.com/quimica> (acessado em 17/12/2005)
- http://www.iar.unicamp.br/alunos/a_meleiro/texto.htm (acessado em 18/12/2005)
- <http://www.members.tripod.com/alkimia/biografias/kekule.htm> (acessado em 18/12/2005)
- http://www.mundodoquimico.hpg.ig.com.br/introducao_a_quimica.htm (acessado em 18/12/2005)
- http://www.petroflex.com.br/perfil_borracha.htm (acessado em 20/06/2005)
- <http://www.pucsp.br/pos/cesima/schenberg/alunos/emersonjesus/06.html> (acessado em 18/12/2005)
- MANO, E. B. ; MENDES, L. C. Introdução a Polímeros. 2^a. ed. São Paulo (SP): Editora Edgard Blücher, 1999.
- MOL, G. S. ; SANTOS, W. L. P. et al. Química e Sociedade, volume único, 1^a edição. São Paulo (SP): Nova Geração, 2005.
- NETO, M. O. Química no século XX: a Química atômica. Brasília: UnB, PPGE, 2005.
- NINIS, A. B. ; PASTORE Jr, F. A Amazônia e a borracha natural: histórico e perspectivas. Tópicos em Desenvolvimento Sustentável II. Brasília: UnB, CDS, 2/2002.

SOLOMONS, T. W. G. Química Orgânica 2. 6^a ed. University of South Florida.

Tradução: Horácio Macedo. Rio de Janeiro (RJ): UFRJ, 1996, pp. 416 e 417.

YOUNG, R. J. ; LOVELL, P. A. Introduction to Polymers. 2^a edition. England: Ed.

Nelson Thornes, University of Manchester and UMIST, 1991, pp. 300 e 301.