

Estratégias para o ensino de química orgânica no nível médio: uma proposta curricular

Maira Ferreira
José Cláudio Del Pino

RESUMO

As diretrizes curriculares nacionais reafirmam a responsabilidade da escola e da comunidade escolar, especialmente dos professores, na construção de currículos escolares conectados com aquilo que tem sido configurado como sendo as necessidades da sociedade contemporânea. A partir dessa premissa, apresentamos algumas considerações sobre as compreensões dadas ao currículo escolar e o papel que este assume na composição das metodologias e da seleção dos conhecimentos tratados em química, na educação básica, e destacamos a necessidade de problematizarmos questões que envolvem a relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, na educação escolar.

Diante das considerações feitas, justificamos e apresentamos uma proposta de ensino de química orgânica, para o ensino médio. Estrutturamos e organizamos um material didático para ser desenvolvido em duas partes, na primeira, propomos realizar o estudo das substâncias que contém carbono na sua composição química, a partir de textos da mídia, sobre temas relacionados às aplicações industriais e aos efeitos ambientais dos processos industriais. Em um segundo momento, procuramos desenvolver o estudo de propriedades e características destas substâncias, considerando as reações químicas como sendo o eixo articulador do desenvolvimento dos conteúdos e utilizamos as atividades experimentais como metodologia de ensino.

Palavras-chave: Química orgânica. Material didático alternativo. Experimentação.

Strategies for the Teaching of Organic Chemistry in Higher Secondary Education: A curriculum proposal

ABSTRACT

The national curricular guidelines have reaffirmed the responsibility of the school and the schooling community, especially the teachers', in building school curriculums that are linked to what has been configured as being contemporary society requirements. From this premise, we present a few considerations on the comprehension attributed to the school curriculum and the role it plays in the composition of methodologies and the selection of knowledge items approached for chemistry in basic education, and highlight the need to problematize issues involving the relationship between

Maira Ferreira é Doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Docente e Coordenadora do Curso de Química no Centro Universitário La Salle, Rua Victor Barreto, 2288, Centro – 92010-000 – Canoas/RS. E-mail: mairafe@uol.com.br

José Cláudio Del Pino é Pós-Doutor em Ensino de Química pela Universidade de Aveiro – Portugal. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS, Instituto de Química, Departamento de Química Inorgânica, Av. Bento Gonçalves, 9500, – Campus do Vale – 91501-970 – Porto Alegre/RS. E-mail: aeq@iq.ufrgs.br

Acta Scientiae	Canoas	v. 11	n.1	p.101-118	jan./jun. 2009
----------------	--------	-------	-----	-----------	----------------

Science, Technology, Society and Environment in school education. In the face of the considerations made, we justify and present a teaching proposal for organic chemistry for intermediate schooling. We have structured and organized a didactic material to be developed in two parts, the first of which we propose carrying out a study of carbon compounds from texts in the media about topics related to industrial applications and the environmental effects of industrial processes. In a second instant, we seek to develop the study of organic compound properties and characteristics, taking into consideration chemical reactions as being the articulating axis in the development of contents and have used experimental activities as a teaching methodology.

Keywords: Organic Chemistry. Alternative Didactic Material. Experimentation.

INTRODUÇÃO

Muitos professores, ao longo de sua prática docente, “acostumaram-se” a ver o currículo escolar como um documento que destacava prescrições sobre ensino, aprendizagem, avaliação, metodologia, didática, organização, planejamento e objetivos. Mas já há algum tempo, o currículo deixou de ter essa dimensão meramente técnica, voltada para questões relativas a procedimentos, técnicas e métodos, e passou a considerar também questões de natureza sociológica, política e econômica, entre outras.

É possível que nesse início dos anos de 2000, muitos professores consigam compreender o currículo de uma forma mais ampla, vendo a diversidade de aspectos e fatores que extrapolam a concepção prescritiva tida até então. O currículo contém mais que uma previsão de metodologias, técnicas de ensino ou estratégias de avaliação, ele constitui-se em discursos, e deve problematizar questões que envolvem a relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, sendo construído na cultura e tendo papel na estruturação e reestruturação das relações sociais. Nessa perspectiva, o currículo, considerado um artefato social e cultural, está implicado em relações de poder e produz identidades individuais e sociais (MOREIRA; SILVA, 1995), sendo necessário olhar-se para o papel do currículo na construção das concepções de educação para a sociedade.

Sem negar que as questões relativas ao aspecto metodológico são importantes, consideramos que essas só adquirem sentido dentro de uma perspectiva que leve em conta sua relação com aspectos referentes à seleção e às formas de organização dos conhecimentos escolares. Também os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006) enfatizam a contextualização e a interdisciplinaridade como pressupostos importantes para a educação escolar, no entanto, a proposição acadêmica de currículo não tem conseguido modificar o caráter disciplinar do conhecimento escolar, além disso, desconsidera a construção sócio-histórica do conhecimento, ignora os interesses dos estudantes e de sua comunidade, e desvaloriza o conhecimento implícito que estes tenham construído pela sua vivência. A minimização da valorização destes elementos nas práticas pedagógicas dos professores tem contribuído para os problemas de aprendizagem dos estudantes que, após alguns anos de escolarização, não ampliam/modificam seus conhecimentos a respeito de diversos fenômenos (LOGUERCIO et al., 1999).

Nossas atividades no ensino de química, ao longo do tempo, têm nos permitido identificar problemas de diferentes ordens como, por exemplo, alunos pouco motivados

ao estudo de química, dificuldade dos professores em selecionar conteúdos de acordo com o desenvolvimento cognitivo dos alunos e, também, de acordo com o contexto social, inadequações metodológicas do trabalho docente, o que não possibilita alcançar um desejável desenvolvimento intelectual do aprendiz (DEL PINO et al., 1993; GOULART, 1989; HERON, 1975). Essas e outras questões são apontadas, muitas vezes, como causas para altos índices de reprovação na disciplina de química e para a evasão escolar.

Em nossas ações na formação inicial e continuada de professores de química, temos trabalhado por uma educação científica que enfatize a necessidade de contextualização do conhecimento químico em sala de aula, tornando-o útil para a formação do cidadão. Sendo assim, as propostas de ensino que temos desenvolvido têm uma forte relação com o cotidiano dos estudantes e, tal como afirma Del Pino et al. (1993), essas podem ser caracterizadas “como a aplicação do conhecimento químico estruturado, na busca de explicações para a facilitação da leitura dos fenômenos químicos presentes em diversas situações na vida diária”, de modo a permitir aproximar o mundo da química ao mundo do aluno-cidadão, e com isso motivá-lo para se envolver no processo de construção do conhecimento químico no contexto escolar.

Para operacionalizar tal projeto temos produzido materiais didáticos em uma abordagem que privilegia a utilização de metodologias ativas, geralmente derivadas da concepção construtivista do conhecimento. Isto implica planejar ações que considerem o crescente grau de complexidade dos conteúdos trabalhados, de modo a permitir que os estudantes construam seus conhecimentos de forma cooperativa com seus colegas e com seu professor (KRÜGER, 1994; OSBORNE; FREYBERG, 1991).

Consideramos que as organizações curriculares, ao abordarem a Ciência em uma dimensão que relaciona Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), estão se propondo a vincular educação científica e cidadania, e isso implica ensinar ciências em um contexto tecnológico e social. Os movimentos CTSA buscam fazer com que os estudantes integrem sua compreensão sobre os conteúdos da ciência com o desenvolvimento tecnológico e com os efeitos desse desenvolvimento no seu mundo social, permitindo associar conhecimento científico com: qualidade de vida, efeitos ambientais das aplicações tecnológicas e tomada de decisões dos indivíduos quanto ao emprego das tecnologias, à industrialização, ao consumo e à ética, entre outros (SANTOS; SCHNETZLER, 1997).

Considerando que a seleção dos conteúdos escolares de química, usualmente, é determinada pelos livros didáticos, e que a maioria deles, comumente utilizados nas escolas como livros-texto, pouco abordam essas questões, é possível admitir que haja a limitação da capacidade criativa e reflexiva do professor, uma vez que este não participa da escolha dos temas ou da metodologia de abordagem dos conteúdos selecionados pelos autores desses livros. E mesmo que consideremos as críticas que vêm sendo feitas aos livros didáticos, sabemos que isso ainda não é suficiente para reverter o papel “direcionador” do livro didático (LOGUERCIO, SAMRSLA, DEL PINO, 2001A; LOGUERCIO, SAMRSLA, DEL PINO, 2001B), especialmente, a partir de 2008 com a distribuição de livros (selecionados pelos professores) pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLEM), para serem utilizados pelos alunos como livro texto.

Diante dessas considerações, entendemos ser difícil para o professor, individualmente, produzir materiais didáticos alternativos, porque, além das dificuldades inerentes a sua formação, tal atividade requer tempo, dedicação, infraestrutura e recursos que, muitas vezes, o impede de realizar essa prática. Além disso, os professores “não colocam para si a questão da produção do conhecimento, em especial o conhecimento químico. É consenso que isso não diz respeito ao professor que leciona química” (LUTFI, 1992).

Ao discutir-se a necessidade de produção de materiais alternativos, um aspecto importante a ser considerado é a multiplicidade de instituições e processos culturais que têm se configurado como educativos. Os textos da mídia, por exemplo, ao divulgarem aspectos pertinentes à ciência e tecnologia estão no contexto do processo educativo.

No caso do ensino de química, não é possível deixar de reconhecer o papel dos produtos da indústria química no dia a dia da população. As fibras sintéticas, os combustíveis, as tintas e solventes, os medicamentos, a borracha sintética, os plásticos, os fertilizantes, os defensivos agrícolas, os sabões e detergentes e os aditivos alimentares, entre outros, são produtos que fazem parte das necessidades básicas dos indivíduos, e seus processos de produção e as consequências de suas aplicações têm implicações ambientais e econômicas que precisam ser discutidas.

ORGANIZAÇÃO DA PROPOSTA DE ENSINO

Diante dessas considerações, justificamos o desenvolvimento de uma proposta para abordagem dos conteúdos de química orgânica na Educação Básica a partir de proposições, discussões e reflexões sobre o saber, o ensinar e o aprender química, que tragam para a sala de aula temas sociais relevantes e metodologias de ensino que extrapolem a aula expositiva, tentando tornar mais significativo o aprendizado de química.

Uma abordagem de natureza fenomenológica dos conceitos fundamentais da química pode propiciar outros entendimentos sobre a organização curricular, como aqueles oriundos da integração conceitual pela apropriação Freireana de tema gerador (CORAZZA, 1992; FREIRE, 1996) ou como as sugestões/orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais em relação aos temas transversais (BRASIL, 1998), ancorados a um cotidiano social-político-econômico e também a um cotidiano social-científico-tecnológico-ambiental. Nesta perspectiva a concepção de “cotidiano” está fortemente associada à noção de “pluri-multi-inter-disciplinaridade” sendo essa uma inserção adequada às salas de aula, na atualidade.

A educação escolar na virada do século XX é apresentada, a partir das mudanças apontadas pela nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB-9394/96) e das “orientações” expressas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, como modo capaz de educar para o cuidado de si e do ambiente e para a compreensão do desenvolvimento científico-tecnológico. As diretrizes curriculares reafirmam a responsabilidade da escola e da comunidade escolar, especialmente dos professores, na construção de currículos escolares conectados com aquilo que tem sido configurado como sendo as necessidades

da sociedade contemporânea. Mas que necessidades são essas? Como essas necessidades tomam visibilidade? Como essas necessidades são enunciadas?

Aragão (2000) enfatiza ser responsabilidade do ensino, a construção do pensamento científico teórico-conceitual como forma de promover a elaboração de interpretações, explicações e formas de compreensão e de previsão de fenômenos vivenciados no nosso cotidiano.

O estudo de química orgânica, nos diferentes níveis de ensino, tem grande importância pela existência e aplicações de inúmeras substâncias que contém carbono na sua estrutura. Os elementos organógenos, em suas diferentes possibilidades energéticas e espaciais possibilitam a existência de inúmeras substâncias diferentes. Estas estão presentes na origem da vida e são essenciais para sua manutenção, quer seja pela constituição dos organismos vivos, quer seja por suas relações exteriores que envolvem alimentação, vestuário, medicamentos, construção de casas e meios de transporte, entre tantos outros.

Nunes (2002) cita uma pesquisa com jovens de ensino médio, que revelou não haver, para esses jovens, nenhuma relação da química que aprendem na escola com suas vidas nem com a sociedade, como se os produtos de higiene e limpeza, os agrotóxicos ou as fibras sintéticas de suas roupas fossem questões de outra esfera de conhecimento, sendo provável não haver, para esses estudantes, conexão entre a química aprendida na escola com as questões da vida social que, na maioria das vezes, são próximas e significativas.

A seriação dos conteúdos, provavelmente, dificulta aos professores e estudantes perceberem que o que se ensina/aprende em química tem como centro as reações químicas. É isso que justifica o estudo das substâncias (a partir de suas propriedades) para a compreensão da sua constituição em nível atômico-molecular; o estudo das variações de energia que acompanham os processos de transformação dos materiais; o estudo de diferentes comportamentos e caracterizações de substâncias químicas. No entanto, normalmente, o ensino de química orgânica na escola prioriza o ensino de grupos funcionais e de nomenclatura das substâncias, sem a devida ênfase às reações químicas ou às propriedades físico-químicas das substâncias que, por sua vez, são “definidoras” de sua reatividade.

No trabalho que desenvolvemos (FERREIRA et al., 2007), propomos um estudo das substâncias que contém carbono na sua estrutura buscando, inicialmente, relacionar os conteúdos comumente tratados em aulas de química orgânica no ensino médio, com as aplicações dessa área de conhecimentos nas indústrias petrolífera, petroquímica, farmacêutica e de alimentos, apresentando os assuntos a partir de textos da mídia sobre temas relacionados às aplicações industriais e aos efeitos ambientais dos processos industriais. Em um segundo momento, procuramos desenvolver o estudo de propriedades e características destas substâncias, considerando as reações químicas como sendo o eixo articulador do desenvolvimento dos conteúdos e encontramos na experimentação uma metodologia de ensino adequada ao ensino de química orgânica, considerando a reação química o centro do estudo.

Então, estruturamos uma proposta de ensino dividida em duas partes. Na primeira parte, abordamos tópicos ou temas específicos partindo de eixos temáticos – combustíveis

automotivos, alimentos, solventes, defensivos agrícolas, drogas – como estratégia para introduzir conhecimentos sobre composição química de substâncias que contêm carbono na sua estrutura, características do átomo de carbono, organização e classificação de carbonos em cadeias carbônicas, classificação de cadeias carbônicas, reconhecimento de funções orgânicas, nomenclatura destas substâncias e isomeria. Utiliza-se, por exemplo, os combustíveis para estudar hidrocarbonetos-alcenos (gás natural, gás de cozinha, gasolina) e álcoois (etanol); os plásticos para estudar hidrocarbonetos-alcenos; os solventes ou os desinfetantes para estudar as cetonas e as substâncias orgânicas aromáticas; os aditivos alimentares para estudar os ésteres e os ácidos carboxílicos, sempre propondo atividades que levem o estudante a reconhecer diferenças e semelhanças entre estas substâncias, de modo a caracterizarem os grupos e perceberem a necessidade de critérios para a sua nomenclatura.

Em uma das unidades da proposta, tratamos os combustíveis automotivos – hidrocarbonetos e álcoois – a partir de textos da mídia, nos quais estão referidos diferentes combustíveis. Ao apresentar os combustíveis, vamos ressaltando sua composição química, nomenclatura de modo a levar os estudantes a estabelecerem similitudes e diferenças entre essas substâncias e as já estudadas anteriormente. Apresentamos a seguir um recorte do trabalho que mostra o que estamos indicando.

A unidade foi intitulada *No Tanque de Combustível* e destaca os seguintes combustíveis: gasolina, álcool e gás natural. Ao tratar o assunto gasolina, apresenta um texto e, na sequência, a formulação e nomenclatura dos principais componentes.

A gasolina é um combustível constituído basicamente por HIDROCARBONETOS e, em menor quantidade, por produtos oxigenados. Esses hidrocarbonetos são, em geral, mais “leves” do que aqueles que compõem o óleo diesel, pois são formados por moléculas de menor cadeia carbônica (normalmente 4 a 12 átomos de carbono). Além de hidrocarbonetos e alguns oxigenados, a gasolina contém compostos de enxofre, compostos de nitrogênio e compostos metálicos, todos esses em baixas concentrações. A faixa de destilação da gasolina automotiva varia de 30 a 220°C.

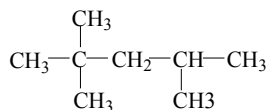
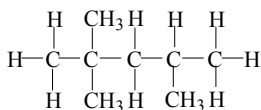
A gasolina básica (sem aditivos) possui composição química complexa e variável, pois a sua formulação demanda do processamento do petróleo, que dependendo da origem tem características diferentes.

A octanagem ou o índice de octanos na gasolina expressa sua qualidade. Quando se diz que uma gasolina tem, por exemplo, octanagem 80, significa que a mistura dessa gasolina com o ar no motor de explosão resiste à mesma compressão sem detonação que uma mistura de 80% de isoocatano com 20% de heptano, mas é importante ressaltar que o índice de octanagem não indica a composição da gasolina, é apenas um parâmetro de comportamento em relação à combustão no motor. Quanto maior o índice de octanos, melhor a qualidade da gasolina. No Brasil, a gasolina comum possui índice de octanagem ao redor de 85, isso significa que a nossa gasolina comporta-se, no motor, da mesma forma que uma mistura de 85% de isoocatano e 15% de heptano.

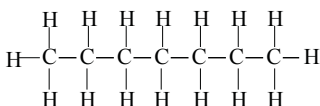
Os antidetonantes são substâncias adicionadas à gasolina para elevar sua octanagem, isto é, aumentar sua resistência à compressão. Até a década de 80, adicionava-se à gasolina chumbo tetraetila, mas esse deixou de ser utilizado por ser muito poluente, então, passou a ser utilizado o etanol e, no sul do País por alguns anos, o MTBE (metil terc-butil éter). Atualmente, no Brasil, usa-se como aditivo antidetonante o etanol.

Além do antidetonante, são adicionadas à gasolina brasileira outras substâncias como, por exemplo, um detergente/dispersante que mantém o sistema de combustível isento de depósitos.

Trimetil pentano ou Isooctano (C₈H₁₈) e Heptano (C₇H₁₆): componentes da gasolina.



2,2,4-Trimetil pentano ou Isooctano



Heptano

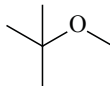
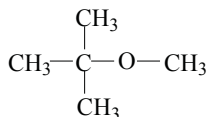
Após a apresentação e identificação dos principais componentes da gasolina, propõem-se atividades a serem desenvolvidas pelos alunos, que lhes permitam ver semelhanças e diferenças entre as substâncias apresentadas, como as que solicitam:

- caracterizar a cadeia carbônica do isooctano em relação às ligações entre carbonos (simples, duplas ou triplas); aos elementos que compõem a cadeia; ao número de carbonos ligados uns aos outros; e à geometria dos átomos de carbono.
- apontar a diferença da estrutura do isooctano em relação ao heptano, considerando o nº de carbonos ligados uns aos outros e o aspecto da cadeia carbônica.

Outras atividades apresentam um conceito e a partir deste, os estudantes devem representar e classificar as substâncias como, por exemplo, a atividade que conceitua: “cadeias carbônicas *retas* ou *normais* como as que apresentam apenas carbonos primários (ligados a somente um átomo de carbono) e/ou carbonos secundários (ligados a dois átomos de carbono); e as cadeias *ramificadas* como as que apresentam carbonos terciários (ligados a três átomos de carbono) e/ou carbonos quaternários (ligados a quatro átomos de carbono)”, e solicita a representação das estruturas e a classificação de cadeias das substâncias já apresentadas anteriormente: butano (visto na unidade intitulada *No Cozimento dos Alimentos*), propeno (visto na unidade intitulada *Na Fabricação de Plásticos*); isooctano e heptano (vistos na unidade intitulada *No Tanque de Combustível*)

Há, ainda, atividades nas quais, a partir de informações e fundamentos não incluídos no texto, o aluno é instigado a ampliar seus conhecimentos sobre as relações entre as substâncias. Assim ocorre com a solicitação de representação da estrutura do

chumbo tetraetila, a partir da informação que “o grupamento etil pode ser representado por (CH₃-CH₂-)”; ou a comparação entre as substâncias apresentadas anteriormente (propano, butano, eteno, propeno, isoctano e heptano) com o MTBE (metil-terc-butil-éter), C₅H₁₂O, com relação às semelhanças e diferenças nas estruturas (cadeia carbônica, composição química).

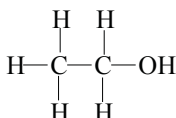


De modo semelhante ao feito com relação à composição química e propriedades dos componentes da gasolina, faz-se com relação ao combustível álcool (etanol). Ao tratar o assunto álcool, apresenta um texto e, na sequência, a formulação e nomenclatura do etanol.

A crise suscitada pelo aumento dos preços do petróleo no mercado internacional na década de 70 (crise energética), levou o governo brasileiro a buscar o ÁLCOOL como substituto da gasolina e em novembro de 1975 foi criado o Proálcool – Programa Nacional do Álcool. Desde a década de 1980 o álcool é considerado um combustível viável e está presente nas discussões e decisões que tratam da questão energética no País.

O álcool etílico ou etanol é um líquido incolor, inflamável, de odor característico, que possui PF igual a -114,1°C, PE igual a 78,5°C e densidade igual a 0,789 g/mL a 20°C. O álcool hidratado é vendido nos postos como combustível em automóveis, esse álcool tem em torno de 93%GL (Graus Gay-Lussac): 93% de etanol e 7% de água em volume. O álcool anidro é usado como combustível adicionado à gasolina e na produção de perfumes, licores, etc.

Etanol (C₂H₆O): álcool utilizado como combustível.



Etanol

A seguir, propõem-se atividades a serem desenvolvidas pelos alunos, que lhes permitam ver semelhanças e diferenças entre as substâncias apresentadas, como as que solicitam que caracterizem a cadeia carbônica do etanol em relação aos tipos de ligações entre carbonos (simples, duplas ou triplas); aos elementos que compõem a cadeia; ao nº de carbonos ligados uns aos outros; à geometria dos átomos de carbono. Além disso, os estudantes devem apontar diferenças e semelhanças da estrutura do etanol em relação às substâncias anteriormente representadas no trabalho (propano, eteno, 2,2,4 trimetil pentano, MTBE).

Em outra atividade, pede-se que indiquem os elementos comuns ao etano, eteno e etanol, considerando o número de carbonos nas substâncias e a relação que se pode estabelecer entre o número de carbonos e a nomenclatura destas. Em outra, ainda, considera-se a afirmação “o grupo oxidrila ou hidroxila – OH – aparece ligado a um

átomo de carbono no etanol”, para solicitar a classificação da cadeia carbônica do etanol em saturada/insaturada, homogênea/heterogênea, reta/ramificada.

Por último, afirma-se que o etanol é um combustível automotivo, cuja produção está vinculada a um projeto nacional de obtenção de energia, e pede que os estudantes façam uma pesquisa sobre as vantagens/desvantagens do uso do álcool em relação ao uso de gasolina como combustível automotivo.

Também com relação ao gás natural, apresenta-se sua composição química e propriedades dos seus componentes. Após o recorte do texto, propõe-se o estudo da formulação e nomenclatura do gás natural.

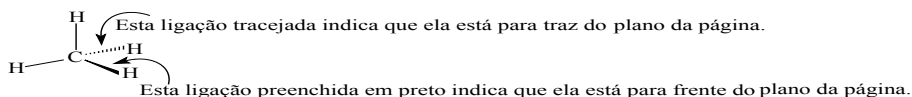
O gás natural é uma mistura extremamente leve de gases, com aproximadamente 90% de metano, sendo os 10% restantes, compostos por etano, propano e outros HIDROCARBONETOS de maior massa molecular (maior nº de carbonos na cadeia). O gás natural quando dissolvido no petróleo ou sob a forma de uma capa de gás junto ao óleo é chamado de gás associado (poços de petróleo da Bacia de Campos), já o gás natural não associado é encontrado em jazidas próprias (poços do campo de Juruá/AM).

O GNV (gás natural veicular, como está sendo denominado o gás natural) é utilizado nos veículos como combustível, não contém aditivos e é considerado um combustível “limpo” por apresentar baixos teores de contaminantes e poucos resíduos na sua queima, além disso, não é corrosivo e nem produz depósitos de carbono nas câmaras de combustão. Outra vantagem do uso do gás natural em relação aos outros combustíveis é que a mistura ar-combustível se dá em qualquer temperatura e a sua combustão é mantida por mais tempo.

O gás natural é mais leve que o ar e se dissipa rapidamente subindo para as camadas mais altas da atmosfera. Em ambientes fechados, orifícios superiores garantem a sua dissipação evitando asfixia.

A desvantagem se refere ao armazenamento do gás no automóvel. Como o gás é acondicionado em cilindro de aço, no qual o gás é comprimido sob uma pressão de 21,7 atm, o espaço do porta-malas fica muito reduzido. O uso do gás natural requer cuidados já que ele é inodoro, incolor, inflamável e asfíxiante quando aspirado em altas concentrações. Assim, para facilitar a identificação de vazamentos são adicionadas substâncias que dão cheiro (as mercaptanas, também adicionadas ao GLP), sem, no entanto, lhe atribuir características corrosivas.

Metano (CH₄): principal componente do gás natural.



Quanto às atividades, os alunos são levados a responder questões que envolvem também relações do que está sendo apresentado com a vida social dos sujeitos, tais como o questionamento que segue: “o metano, principal componente do gás natural, também pode ser produzido pela decomposição da matéria orgânica (nos lixões há formação de metano). Que implicações econômicas, políticas e sociais pode-se vislumbrar em um processo como este?”

Esta proposta foi aplicada em uma turma de 3º ano do ensino médio de uma instituição privada de ensino, sendo desenvolvido em 15 períodos de aula. O questionamento feito aos alunos sobre o trabalho e o acompanhamento das atividades desenvolvidas em

sala de aula, indicou que, a partir dos textos e orientações de atividades, os alunos (e não o professor) caracterizam/identificam substâncias que contêm carbono na sua estrutura; estabelecem por semelhanças/diferenças critérios para a denominação destas; organizam, segundo critérios estabelecidos por eles, tabelas contendo grupos funcionais e nomenclatura das mesmas. A motivação dos estudantes em trabalhar com essa metodologia pode ser reconhecida no depoimento de um grupo de alunos que afirmou ter sido “fácil e interessante aprender as funções e os nomes das substâncias desse jeito”.

Ao tratar o assunto isomeria, trazemos textos da mídia – jornais e revistas – para caracterizar substâncias isômeras e as implicações dessas no meio produtivo, em diferentes aplicações, em especial, na indústria de medicamentos. Esse assunto marca também, na proposta de ensino, o uso da experimentação como estratégia de ensino, o que, normalmente, não é usual na abordagem desse assunto em aulas de química no ensino médio. No Quadro 1, apresentamos a estrutura da proposta de organização temática para a abordagem de conceitos fundamentais e caracterização de substâncias que contêm carbono na sua estrutura.

CARACTERIZAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS
<i>Cadeias Carbônicas</i>
<i>Estudo de Substâncias Orgânicas</i>
No Cozimento dos Alimentos
Na Fabricação de Plásticos
Nos Maçaricos de Solda
No Tanque de Combustível
Em solventes de Tintas e Esmaltes
Em Solução para Conservar Tecidos e Órgãos Animais
Em Anestésico
Em Solventes
Em Anti-sépticos e Desinfetantes
Na Conservação de Alimentos
Em Aditivos Alimentares
Em Corantes
Em Proteínas
Em Agrotóxicos e em gases poluentes
<i>Isomeria</i>
Estudar isômeros já valeu Prêmio Nobel
Propriedades e efeitos de diferentes isômeros
Caracterização de isômeros

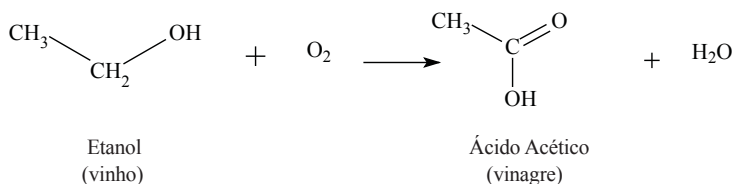
QUADRO 1 – Organização da primeira parte da proposta de ensino: temas na abordagem de conceitos fundamentais e caracterização de substâncias que contêm carbono na sua estrutura.

Na segunda parte da proposta, a partir da centralidade que conferimos ao conteúdo reações químicas, apresentamos as aplicações e efeitos dos processos e produtos que envolvem reações químicas de combustão, fermentação, oxidação, polimerização, hidrólise, esterificação e saponificação, associando às diferentes reações químicas a

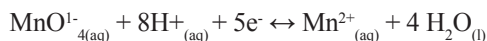
sua importância histórica e as propriedades físicas e químicas de substâncias orgânicas, bem como, tratando questões como energia e fontes energéticas, efeitos ambientais e as implicações sociais dos processos industriais. Apresentamos, a seguir, utilizando a unidade 2 (parte II), um recorte do trabalho que mostra o que estamos indicando.

Na unidade 2 (da parte II), tratamos as reações de oxidação e fermentação de substâncias orgânicas. Iniciamos o estudo apresentando e explicando as reações de oxidação de álcoois, a partir da ação de azedamento do vinho e sua transformação em vinagre, prática realizada desde a Antiguidade.

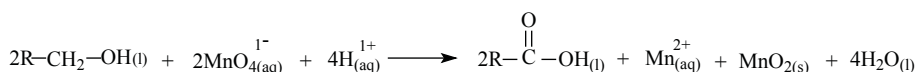
Na reação, o etanol reage com o O_2 transformando-se em ácido acético, justificando a relação histórica entre o termo “oxidação” e “reação com o oxigênio”.



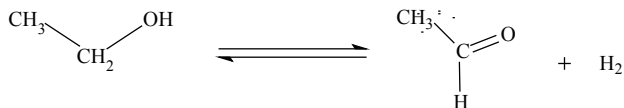
Nessa reação o O_2 atua como oxidante resultando na oxidação do álcool. Sabe-se hoje, que as reações de oxidação (sempre simultâneos aos processos de redução) podem ocorrer mediante presença de outros oxidantes, que não o oxigênio, como, por exemplo, o permanganato de potássio e o dicromato de potássio em meio ácido. Assim, o termo oxidação deixa de estar associado apenas às reações com oxigênio e passa a ser associado às variações do estado de oxidação da espécie química envolvida na reação, como pode ser evidenciado na reação com permanganato de potássio representada abaixo.



A representação da reação de oxidação do etanol a ácido acético pode ser representada por:



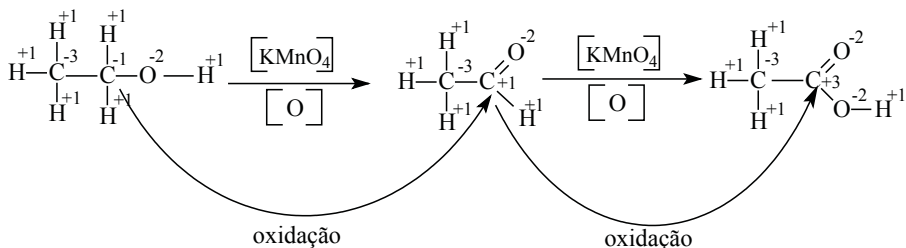
O ácido acético é o produto mais conhecido da oxidação do etanol, mas esse álcool quando oxidado por organismos vivos pode produzir outros produtos. É o caso da oxidação do etanol a aldeído (etanal ou acetaldeído) catalisada/o por uma enzima, a *desidrogenase do álcool*.



Além dos álcoois, são comuns reações de oxidação em alcenos e em aldeídos. Com relação aos álcoois, sua oxidação implica a perda de um ou mais hidrogênios do carbono a que está ligado o grupo $-\text{OH}$. Os álcoois podem ser oxidados por vários agentes oxidantes,

o etanol, por exemplo, reage com uma solução ácida de dicromato de potássio formando um aldeído e esse, continuando em presença de oxidante, pode ser oxidado a ácido carboxílico. A espécie resultante da oxidação de um álcool depende do número de hidrogênios que o álcool contiver no carbono onde está ligada a hidroxila, assim álcoois primários, secundários e terciários comportam-se diferentemente frente a agentes oxidantes.

Oxidação de álcool primário

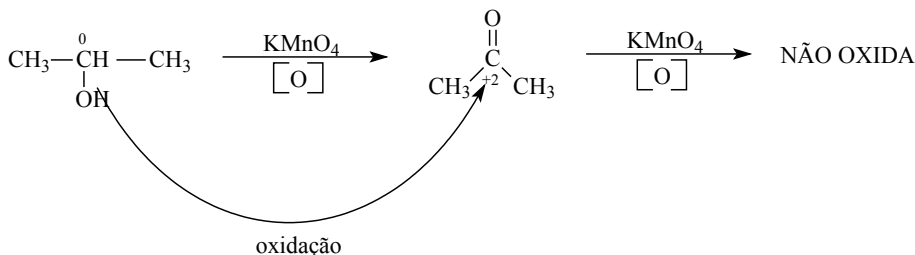


Álcool
(Etanol)

Aldeído
(Etanal/Acetaldeído)

Ácido Carboxílico
(Ác. Etanoico/Ác. Acético)

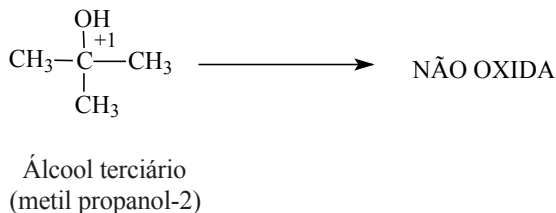
Oxidação de álcool secundário



Álcool secundário
(propanol-2)

Cetona
(propanona)

Não oxidação de álcool terciário:



Na sequência, sugerimos a realização do experimento sobre o princípio de funcionamento do bafômetro. O bafômetro registra o teor de álcool no sangue mediante análise do ar exalado na respiração. O experimento permite a determinação dos teores

alcoólicas em algumas bebidas e tem o objetivo de demonstrar o princípio químico de funcionamento do bafômetro.

No experimento, a detecção do teor de álcool é feita pela visualização da cor da solução, já que o princípio de funcionamento do bafômetro se baseia em uma reação de oxirredução, na qual há oxidação do álcool ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$) com formação de aldeído ($\text{CH}_3\text{-CHO}$), e redução do dicromato ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (aq), solução de cor amarelo-alaranjada), com formação de Cr^{3+} (aq) (solução de cor verde) ou mesmo Cr^{2+} (aq) (solução de cor azul). Portanto, pela mudança de coloração, de alaranjado (dicromato, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (aq)) para verde-azulada (Cr^{3+} (aq) e Cr^{2+} (aq)), pode-se confirmar a existência de etanol no meio.

Após o experimento, solicita-se que os alunos respondam questões que buscam averiguar a compreensão da atividade realizada e sugere-se a realização de um trabalho de pesquisa sobre bebidas alcoólicas a partir de um roteiro que destaca os seguintes assuntos: legislação sobre o consumo de bebidas alcoólicas pelos motoristas; diferença entre bebidas fermentadas destiladas e fermentadas não destiladas; aparelhos de detecção de dosagem alcoólica; efeitos do uso abusivo de álcool no organismo. Sugere-se, ainda, que o trabalho contenha dados atuais, que haja a produção de um texto coerente e consistente teoricamente, e que seja apresentado e discutido em seminário ou outra forma de socialização.

Com relação às reações de fermentação, propõe-se a compreensão dos processos de fermentação na produção de bebidas alcoólicas. Os textos trazem informações sobre a presença de etanol nas bebidas alcoólicas e sobre a classificação das bebidas de acordo com sua origem e seu processo de produção.

Explica-se, por exemplo, que o etanol ou álcool etílico é o componente alcoólico das bebidas, podendo ser obtido pela fermentação de açúcares ou cereais, e que de acordo com a matéria-prima utilizada para a fermentação podemos ter diferentes tipos de bebidas alcoólicas como, por exemplo, a cerveja, o vinho, a cachaça, o uísque entre outras.

Na sequência trazemos um texto sobre a classificação das bebidas em fermentadas não-destiladas e fermentadas destiladas.

As bebidas fermentadas e não-destiladas têm teor alcoólico menor do que as destiladas, sendo comum encontrar nos rótulos das bebidas o teor alcoólico expresso em °GL (grau Gay-Lussac), essa escala indica a porcentagem (em volume) de etanol na bebida. A cerveja (bebida não-destilada), por exemplo, contém uma porcentagem de etanol que varia de 4 a 6 °GL enquanto o vinho contém de 8 a 12 °GL.

As bebidas destiladas passam por um processo, após a fermentação, que consiste em tornar as bebidas de fraco teor alcoólico em líquidos de graduação alcoólica mais elevada, já que após o processo de destilação a quantidade de álcool é maior no líquido destilado.

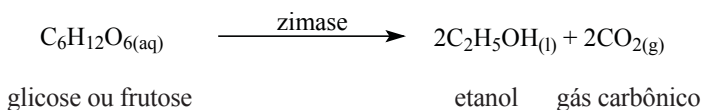
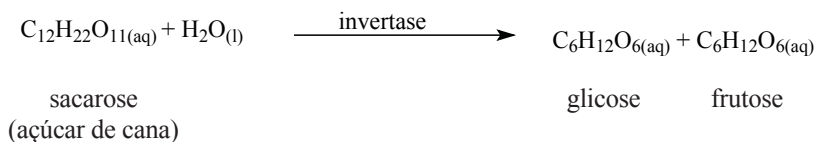
A palavra destilação deriva do verbo latino “destillare”, que significa gotejar ou pingar, e é precisamente assim, em pequenas quantidades, que o líquido (álcool) é obtido pelo processo de destilação. A destilação é um processo bastante comum em algumas indústrias e consiste em promover a vaporização das substâncias para, em seguida, condensá-las, recolhendo a substância mais pura em outro recipiente.

Assim, as bebidas destiladas contêm um teor alcoólico mais elevado do que as não destiladas. A cachaça, por exemplo, tem teor alcoólico que varia de 38 a 45 °GL e o uísque, de 42 a 48 °GL. No esquema que segue são apresentados alguns tipos de bebidas.

Além disso, a qualidade da bebida (sabor, perfume, bouquet) depende da qualidade da matéria-prima (uvas, cereais, cevada), dos cuidados na fabricação, do tempo e da forma de armazenagem, entre outros fatores.

No Brasil, o álcool é obtido principalmente por fermentação do açúcar de cana. Em outros países usa-se com mais frequência matérias-primas como a beterraba, o milho, o arroz, por isso, recebe o nome “álcool de cereais”.

No processo de extração e fermentação do caldo de cana-de-açúcar, usado no Brasil, ao haver a fermentação do melaço há ocorrência de reações bioquímicas como as representadas a seguir:



As enzimas invertase e a zimase catalisam essas reações. Elas são produzidas pelo microorganismo *Saccharomyces cerevisiae*, encontrado no fermento ou levedura de cerveja.

No seguimento da proposta, sugerimos a realização do experimento sobre a fermentação alcoólica. Embora sabendo que a fermentação alcoólica na produção industrial detenha uma tecnologia mais elaborada, o experimento sugerido tem etapas simplificadas da fermentação da sacarose ou caldo de cana em presença de fermento biológico, dando uma ideia do processo básico para produção de bebidas alcoólicas.

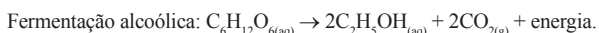
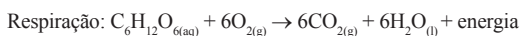
A partir da atividade experimental propomos questões aos alunos como, por exemplo: “qual outro fator, além dos diferentes tipos de açúcares, pode afetar a intensidade da fermentação?; que gás, em contato com a água de cal, produz precipitado, turvando-a?; que substância orgânica é indispensável em uma matéria prima para que ocorra a fermentação alcoólica?”

Finalizamos mostrando a relação entre reações de fermentação e metabolismo, procurando indicar o caráter interdisciplinar do conteúdo químico, e buscando fazer os estudantes estabelecerem relações entre as reações que ocorrem nos processos de fermentação, respiração e fotossíntese em relação à presença (ou não) de oxigênio e em relação à energia consumida/absorvida. A seguir trazemos um excerto do que estamos indicando.

Fermentação, Respiração e ATP

Tal como a gasolina que explode nos cilindros de um motor de carro, a glicose é o combustível queimado no interior das células para a liberação da energia necessária às suas diversas atividades. É nela, na célula, que o alimento é metabolizado, produzindo a energia necessária para suprir continuamente nosso corpo. Estas reações são extremamente rápidas. A energia se encontra nas ligações químicas que mantêm as moléculas (de gasolina ou glicose) organizadas, ou seja, a obtenção dessa energia se dá pela degradação de moléculas complexas em outras menores ou mais simples. A principal diferença entre os processos de respiração e fermentação é a presença (respiração) ou ausência (fermentação) do oxigênio no processo.

Compare as equações que se seguem:



Como a energia é armazenada e liberada?

A química do corpo não é apenas rápida e seletiva, mas também extremamente eficiente energeticamente. Algumas reações celulares liberam energia outras absorvem energia. As reservas de energia do corpo são armazenadas nos carboidratos e gorduras. Entre a liberação da energia das moléculas ricas em energia e seu uso nas células, ela é armazenada brevemente na biomolécula chamada ATP (trifosfato de adenosina).

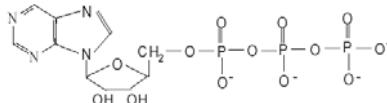
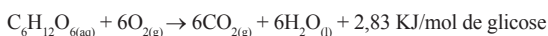


Figura 8: Molécula de trifosfato de adenosina (ATP)

A energia primária do corpo é liberada na reação de oxidação da glicose.



Esta equação resume aquilo que acontece durante uma seqüência de mais de 20 reações químicas, envolvendo cerca de 20 enzimas, os biocatalisadores, proteínas especializadas que aumentam a velocidade de uma reação química. Molécula por molécula, a glicose atravessa uma seqüência de células do corpo. O conteúdo energético da glicose é liberado, parte por parte, em reações individuais e imediatamente é armazenado por um curto espaço de tempo no ATP.

O ATP pode ser comparado ao bolso de uma pessoa. Quando necessita comprar alguma coisa esta pessoa retira o dinheiro do banco (célula armazenadora de energia) e coloca no bolso (ATP) até o momento de gastá-lo.

Na comparação entre as reações de fermentação e respiração, a diferença está na quantidade de energia liberada em um e em outro processo, na respiração chega a ser 19 vezes mais eficiente do que na fermentação, permitindo a produção de 38 ATPs contra 2 ATPs (66,88 KJ/mol ou 16,00 Kcal/mol).

A fermentação é um conjunto de reações químicas controladas enzimaticamente, em que uma molécula orgânica (geralmente a glicose) é degradada em outras mais simples, libertando energia (ATP). Este processo tem grande importância econômica, sendo utilizado na fabricação de bebidas alcoólicas e pão, entre outros.

Estudos realizados por Pasteur permitiram verificar que a fermentação alcoólica estava sempre associada ao crescimento de leveduras, mas que se estas fossem expostas a quantidades importantes de oxigênio produziriam (em vez de álcool e dióxido de carbono) água e dióxido de carbono. Destas observações, Pasteur concluiu que a fermentação é o mecanismo utilizado pelos seres vivos para produzir energia na ausência de oxigênio.

Já em 1897, o químico alemão Buchner demonstrou que a fermentação era apenas uma seqüência de reações químicas, podendo ocorrer fora de células vivas. Foi este estudo que revelou as enzimas e permitiu a compreensão do metabolismo celular.

Fonte: Folha de São Paulo, <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/fovest/fo0410200114.htm>, 30/08/2006.

Vieira, L. O., 1996, p 20-22.

No Quadro 2, apresentamos a estrutura da proposta de organização temática para a abordagem de conceitos fundamentais envolvidos nas reações e propriedades das substâncias que contém carbono na sua estrutura.

REAÇÕES E PROPRIEDADES DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS
<i>Combustíveis e Produção de Energia</i>
Importância histórica das reações de combustão
Combustão e energia
Reações de combustão
Petróleo como fonte de energia
<i>Fermentação e oxidação de substâncias orgânicas</i>
Reações de oxidação
Reações de fermentação
<i>Esterificação e Saponificação</i>
Sabões e detergentes
Reações de esterificação
Reações de saponificação
Detergentes sintéticos
<i>Solubilidade e Ponto de Ebulição: propriedades importantes para o estudo de substâncias orgânicas</i>
Solubilidade: um meio de detectar adulteração em combustíveis
Caracterização de substâncias orgânicas: estados físicos e pontos de ebulição
<i>Caráter ácido e básico: propriedades importantes para a compreensão de reações de substâncias orgânicas</i>
Identificação de ácidos e bases orgânicos
Reatividade de substâncias orgânicas de caráter ácido ou básico
<i>Polímeros</i>
Polímeros: uma síntese de nossa época
Constituição de polímeros
Propriedades físicas dos polímeros

QUADRO 2 – Organização da segunda parte da proposta de ensino: temas na abordagem de reações químicas e propriedades de substâncias que contém carbono na sua estrutura.

Salienta-se que esta organização temática será efetivamente significativa se for repensada pelo professor na sua sala de aula, pois os conteúdos apresentados no desenvolvimento dos temas, dos textos, e das metodologias, constituem um material didático que se configura como uma (entre muitas outras) alternativa para o desenvolvimento das aulas de química orgânica na Educação Básica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde meados dos anos de 1980, vem-se ampliando as discussões acerca das construções curriculares, considerando-se que devem ir além das preocupações tradicionais com as listagens de conteúdos e metodologias didáticas, devendo contemplar, também, a problematização acerca da estrutura das disciplinas, seus limites e fronteiras, os critérios para a seleção dos conteúdos e sua inter-relação com disciplinas afins, enfim, sua capacidade de responder a questões que incluam a relação entre Ciência e Tecnologia com a vida social.

Na atualidade, temas associados à tecnologia e à produção industrial são, cada vez mais, tomados como abordagem adequada no ensino de Ciências, sendo esse um enfoque do ensino que vem sendo apontado, inclusive pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, como forma de contextualizar os conhecimentos trabalhados na escola. Entendemos que a abordagem dada aos conteúdos na proposta de ensino apresentada segue essa direção, ao criar alternativas que visam repensar o estudo de Química Orgânica na escola, de modo que as aprendizagens não se traduzam apenas em memorização de grupos, fórmulas e nomes de substâncias, mas que signifiquem compreender-se a necessidade de caracterizar/nomear estas, por serem esses conhecimentos importantes para o estudo das transformações físico-químicas de substâncias orgânicas.

Nesse sentido, e diante das dificuldades para a efetivação de projetos interdisciplinares, talvez essa proposta possa ser pensada como um exercício de integração conceitual de natureza intradisciplinar, na qual haja uma abordagem integrada de conceitos relativos a temas específicos, como o que apresentamos quando tratamos, por exemplo, os conceitos sobre termoquímica associados às reações orgânicas de combustão ou quando analisamos as propriedades químicas das substâncias orgânicas em relação a sua reatividade.

Reconhecemos as indústrias – petrolífera, petroquímica, farmacêutica, alimentícia –, os postos de gasolina e a mídia, entre outros, como contextos educativos que possibilitam propor ações para o ensino de Química, e podemos dizer que “os processos escolares tornam-se comparáveis aos processos de sistemas culturais extraescolares, mesmo que esses últimos careçam do objetivo explícito de ensinar um corpo de conhecimentos” (SILVA, 1999). Nossa atuação na produção de material didático, tem nos indicado que as ações e práticas propostas em sistemas culturais extraescolares se mostram adequadas a um modelo pedagógico que busca educar através do ensino de química.

Finalizando, ressaltamos que a escolha do tema/assunto a ser estudado não garante a aprendizagem ou o ganho de significado para aquilo que será ensinado. Ver os processos industriais ou as propriedades materiais de produtos utilizados no cotidiano não implica dar significado aos conteúdos de química trabalhados no ensino médio. No entanto, ao utilizar-se de diferentes recursos didáticos (inclusive a mídia), de modo a contextualizar os conteúdos escolares a partir de situações problema (nas quais os processos produtivos possam se mostrar úteis na resolução de tais situações), pode implicar em uma estratégia que “mostre” não só a utilização prática de um conceito, mas que leve os sujeitos a utilizarem esse conhecimento de modo produtivo e crítico.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, R. M. R.; SCHNETZLER, R. P.; CERRI, Y. L. N. *Modelos de ensino: corpo humano, célula, reações de combustão*. Piracicaba: Unimep/Capes/Proin, 2000.
- BRASIL, Secretaria da Educação Básica. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio: Orientações Curriculares para o ensino médio. v.2. Brasília: MEC/SEB, 2006.
- BRASIL, Secretaria da Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: temas transversais. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- CORAZZA, S. M. *Tema gerador: concepções e práticas*. Ijuí: Ed. Unijuí, 1992.
- DEL PINO, J. C. et al. Química do cotidiano: pressupostos teóricos para a elaboração de material didático alternativo. *Espaços da Escola*, v.10, n.3, p.47-53, 1993.
- FERREIRA, M. et al. *Química Orgânica*. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2007.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GOULART, I. B. *Piaget: Experiências básicas para a utilização pelo professor*. Petrópolis: Vozes, 1989.
- HERON, J. D. Piaget for chemists: explaining what “good” students cannot understand. *Journal Of Chemical Education*, v.52, n.3, p.146-150, 1975.
- KRÜGER, V. *A construção de um ensino ativo de química a partir do cotidiano de professores de educação básica*. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: Programa de Pós-graduação em Educação/UFRGS, 1994.
- LOGUERCIO, R. Q. et al. Saberes e interesses na construção curricular de ciências na oitava série. *Espaços da Escola*, v.33 n.5, p.47-68, 1999.
- LOGUERCIO, R. Q.; SAMRSLA, V. E. E.; DEL PINO, J. C. Uma leitura de livros didáticos de química. *Espaços da Escola*, v.40, n.10, p.53-68, 2001a.
- LOGUERCIO, R. Q.; SAMRSLA, V. E. E.; DEL PINO, J. C. A dinâmica de analisar livros didáticos com os professores de química. *Química Nova*, v.24. n.4, p.557-562, 2001b.
- LUTFI, M. *Os ferrados e os cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico*. Ijuí: Unijuí, 1992.
- MOREIRA, A. F.; SILVA, T. T. *Currículo, cultura e sociedade*. São Paulo: Cortez, 1995.
- NUNES, C. *Ensino médio*. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.
- OSBORNE, R.; FREYBERG, P. *El aprendizaje de las ciencias: implicaciones de la ciencia de los alumnos*. Madrid: Narcea, 1991.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Ed. Unijuí, 1997.
- SILVA, T. T. *Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo*. Belo Horizonte: Autêntica, 1999.

Recebido em: jan. 2009

Aceito em: abr. 2009