

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Luiz Both

A Química Orgânica no Ensino Médio: na sala de aula e nos livros didáticos

Cuiabá - MT
2007

Luiz Both

A Química Orgânica no Ensino Médio: na sala de aula e nos livros didáticos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Mato Grosso, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação, na área de concentração: Teorias e Práticas da Educação Escolar.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Irene Cristina de Mello.

Cuiabá - MT

2007

Ficha Catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Vera Regina Echer Alves CRB1-0822

B749q Both, Luiz
A química orgânica no ensino médio: na sala de aula e nos
livros didáticos. Cuiabá: UFMT/IE, 2007. 150p.
p.: il.

Bibliografia:

Anexos:

Orientadora: Irene Cristina de Mello

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso.
Instituto de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação.

Educação – Leis e regulamentos. 2. Química orgânica – Currículo
escolar – PCNEM. 3. PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino
Médio. 4. Química orgânica - nomenclatura. I. Título

CDU: 371.214.14:547

À esposa **Anastácia**,
À filha **Iohana**
e amigos
que sempre estão do meu lado
ajudando no que for preciso
e torcendo pelo sucesso
nesta jornada.

Agradecimentos

À Profa. Dra. Irene Cristina de Mello, pelas orientações, pelo apoio e incentivo em projetos que realizamos juntos antes e durante o mestrado.

Aos Colegas Professores e Administrativos do CEFETMT UNED Bela Vista – pelo apoio

Aos Alunos do curso de Química do CEFETMT UNED Bela Vista – pela compreensão

Aos Sujeitos da pesquisa – professores de Química Orgânica - pela paciência

Aos Dirigentes das escolas – pela recepção

À Miria Ross Milani, professora de Línguas do CEFETMT – pelo “Abstract”

Ao jovem Thiago – pela transcrição das entrevistas

À bibliotecária Vera Regina Echer Alves, que elaborou a ficha catalográfica

Epígrafe

Não diga tudo o que sabes
Não faças tudo o que podes
Não acredite em tudo que ouves
Não gaste tudo o que tens

Porque:

Quem diz tudo o que sabe,
Quem faz tudo o que pode,
Quem acredita em tudo o que ouve,
Quem gasta tudo o que tem;

Muitas vezes diz o que não convém,
Faz o que não deve,
Julga o que não vê,
Gasta o que não pode.

(Provérbio árabe)

Resumo

Esta dissertação tem como objetivo investigar o ensino de Química Orgânica, tanto em livros didáticos como em escolas de ensino Médio de Cuiabá nos seguintes aspectos: o que se ensina, por que se ensina, como se ensina e quem ensina. Para tanto, foram selecionadas dez escolas, assim discriminadas: seis públicas e quatro particulares. Das públicas, cinco são estaduais e uma federal; das particulares, duas são confessionais e duas laicas. Fez-se um levantamento nas escolas quanto ao número de alunos e de professores de Química, bem como a análise do planejamento de curso e dos livros e apostilas usadas para o ensino de Química Orgânica. De cada escola foi escolhido um(a) professor(a) de Química Orgânica para uma entrevista semi-estruturada. Paralelamente, fez-se a análise dos livros didáticos de Química Orgânica existentes no mercado editorial, verificando a abordagem dos conceitos fundamentais e a atualização das regras de nomenclatura e isomeria. Por se tratar de Ensino Médio, considerou-se a descrição da estrutura conferida pela nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394/96), regulamentada em 1998 pelas Diretrizes do Conselho Nacional de Educação e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais divulgados em 1999 e complementados em 2002 pelos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ e das Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Além disso, realizou um estudo sobre a evolução dos livros didáticos de Química em função das diversas reformas do sistema educacional brasileiro. Os resultados desta pesquisa mostram que há muitas limitações no ensino de Química Orgânica, sendo que os PCNEM ainda encontram-se em fase de implantação e os livros e apostilas usados nas escolas trazem a abordagem clássica dos conteúdos, com erros conceituais e desatualizações quanto à nomenclatura dos compostos orgânicos. Ademais, a presente investigação demonstra a importância de uma sistematização das regras de nomenclatura e de uma maior ênfase à tríade estrutura–nomenclatura–propriedade dos compostos orgânicos, visando a contextualização e a interdisciplinaridade conforme as orientações curriculares para o Ensino Médio.

Palavras-chave: Química Orgânica, livros didáticos, nomenclatura.

ABSTRACT

This dissertation has as objective to investigate the education of Organic Chemistry subject based on didactic books taught at High Schools in Cuiaba, concerning the aspects: what has been taught, why it has been taught, how it has been taught and who has been teaching. Consequently, ten high schools had been selected. The selection of the schools was based on this criterion: six public and four private schools. In the public school, five of them are from the state level; one is from the federal level. From the private schools, two of them are confessional and two are laics. From the laics schools, one was chosen by having integral system and also having gotten best notes in a system called ENEM/2005. Consequently a survey was done in the mentioned schools in order to know the number of students and Chemistry teachers, as well as, an analysis of the course planning and books and handouts used for the education of Organic Chemistry. From each school one Organic Chemistry teacher was chosen to concede a semi-structuralized interview. Parallel of this, an analysis of didactic books of Organic Chemistry used in the publishing market, verifying the approach of the basic concepts and the update of the nomenclature rules and isomerism was done. Related to the High School Education, it was considered description of the structure conferred for the new Law of Lines of direction and Bases of the National Education (Law 9,394/96), regulated in 1998 for the Lines of direction of the National Advice of Education and for the National Curricular Parameters divulged in 1999 and complemented in 2002 for National Curricular Parameters - PCN+ and of the Curricular Orientations for High Level Curricular Education. Moreover, this study carried through a research about the evolution of didactic books of Chemistry in function of the diverse reforms of the Brazilian Educational System. The findings of this research revealed that has many limitations in the education of Organic Chemistry subject. It also revealed that the PCNEM is still in its implantation phase and books and handouts used in the schools take the classic boarding of the contents, with conceptual errors and outdated aspects related to the nomenclature of organic composites. Besides this, the present research demonstrates the importance of systematization of the nomenclature rules and of a bigger emphasis to the triad structure-nomenclature-property of organic composites, aiming at the contextualization and the agreement of interdisciplinary approach based on curricular orientations High School level Education.

Keywords: Organic chemistry, didactic books, nomenclature.

Lista de Siglas

ABQ – Associação Brasileira de Química

ANPED – Encontro de Pesquisa em Educação da Região Centro-Oeste

CEFETMT – Centro Federal de Educação Tecnológica de Mato Grosso

CIP – Nomenclatura “Cahn, Ingold, Prelog”

CNPQ - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CPA – Centro do Poder Administrativo do Estado de Mato Grosso, região de Morada da Serra - Cuiabá

DED – Divisão de Educação

DVD - Digital Versatile Disc

EDUSP – Editora da Universidade de São Paulo

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

ENEQ – Encontro Nacional de Ensino de Química

GEPEQ - Grupo de Pesquisa em Educação Química

ICE – Instituto Cuiabano de Educação

IE – Instituto de Educação

IUPAC – União Internacional de Química Pura e Aplicada

LDB – Lei de Diretrizes e Bases

LDL – Lipoproteína de baixa densidade

MEC – Ministério de Educação e Cultura

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais (1996)

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

PEQUIS – Projeto de Pesquisa de Química da UnB

PNLEM – Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio

SBPC – Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

SBQ – Sociedade Brasileira de Química

SEMTEC – Secretaria de Educação Média e Tecnológica do MEC

UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso

UnB – Universidade de Brasília

UNEMAT – Universidade Estadual de Mato Grosso

Unicamp – Universidade Estadual de Campinas

UNIVAG – Universidade de Várzea Grande

USP – Universidade de São Paulo

Lista de Figuras

Figura 1 – éter dimetílico (p. 83)

Figura 2 – metano (p. 83)

Figura 3 – trimetilamina (p. 84)

Figura 4 – m-xileno (p. 85)

Figura 5 – propilciclopentano (p. 85)

Figura 6 – hexano (p. 85)

Figura 7 – ciclo-hexanol (p. 85)

Figura 8 – benzeno (p. 86)

Figura 9 – anfetamina (p. 86)

Figura 10 – cloral (p. 86)

Figura 11 – Nomenclaturas oficiais (p. 87)

Figuras 12, 13, 14 – Uso dos localizadores (p. 90)

Figura 15 – Alternativa para nomenclatura de ligantes ramificados (p. 92)

Figura 16 – Variação de nomes do fenol (p. 93)

Figura 17 – Variação de nomes do benzeno-1,2-diol (p. 93)

Figura 18 – Variação de nomes para o 2-metilbenzenol (p. 93)

Figuras 19, 20 e 21 – Nomes de aminas (p. 94)

Figura 22 – Nomenclatura de classe funcional para a butanona (p. 95)

Figura 23 – Nomenclatura de classe funcional para metoxietano (p. 95)

Figura 24 – Álcool complexo (p. 96)

Figura 25 – Uso do prefixo “hidróxi” (p. 96)

Figura 26 – hexano (p. 97)

Figura 27 – polipropileno (p. 97)

Figuras 28, 29 e 30 – Nomenclatura sistemática (pp. 137 - 138)

Figura 31– 3-fluoro-2,5-dimetil-hexano (p. 139)

Figura 32 – 2-metil-2-metoxipropano (p. 139)

Figura 33 – ácido 2,2,-dicloropropanóico (p. 139)

Figura 34 – Ramificação complexa (p. 139)

Figura 35 – Esquema para nomenclatura de éster (p. 141)

Figuras 36 e 37 – Nomenclatura de funções mistas (p. 143)

Figura 38 – Nomenclatura trivial (p. 144)

Lista de Quadros

- Quadro 1 – Relação das escolas escolhidas para a pesquisa (p. 69)*
- Quadro 2 – Número de alunos e professores de Química por escola (p. 70)*
- Quadro 3 – Os professores de Química Orgânica das escolas envolvidas a pesquisa (p. 72)*
- Quadro 4 – Tempo de serviço no magistério (p. 73)*
- Quadro 5 – Ano de conclusão da Licenciatura em Química (p. 74)*
- Quadro 6 – Livros didáticos analisados (p. 80)*
- Quadro 7 – Características físicas dos livros didáticos (p. 81)*
- Quadro 8 – Conceitos de Química Orgânica.(p. 82)*
- Quadro 9 – Formas de nomenclatura (p. 87)*
- Quadro 10 – Nomenclatura sistemática (p. 89)*
- Quadro 11 – Termos usados para isomeria (p. 99)*
- Quadro 12 – Alguns livros didáticos de Química para análise dos PCNEM com enfoque na Química Orgânica (p. 101)*
- Quadro 13 – Relação dos professores selecionados para a entrevista (p. 113)*
- Quadro 14 - Grupos ligantes ou substituintes (p. 138)*
- Quadro 15 – Sistematização da nomenclatura de amidas e aminas (p. 140)*
- Quadro 16 - Principais prefixos e sufixos, segundo a IUPAC (p. 142)*

SUMÁRIO

Resumo

Abstract

Lista de Siglas

Lista de Figuras

Lista de Quadros

INTRODUÇÃO	12
1. Origem do problema	13
2. Sujeitos e objetos da investigação	15
3. Organização da dissertação	17
CAPÍTULO 1 – PRESSUPOSTOS TEÓRICOS	19
1.1 – O Ensino Médio	20
1.2 – O Ensino Médio e a legislação	23
1.3 – O Ensino Médio e as áreas de conhecimento	25
1.4 – As Ciências da Natureza e a Matemática	27
1.5 – O Ensino de Química	30
1.6 – Discussões acerca dos Parâmetros Curriculares Nacionais	42
1.7 - Evolução dos livros didáticos de química destinados ao Ensino Secundário no Brasil	46
1.7.1 - Período antes de 1930	47
1.7.2 - Período de 1930 a 1942 – Reforma Francisco Campos	48
1.7.3 - Período de 1943 a 1960 – Reforma Capanema	49
1.7.4 - Período de 1961 a 1970 – Vigência da LDB	50
1.7.5 - Período de 1971 a 1988 – Lei 5692/71	51
1.7.6 - Período da Constituição de 1988 aos PCN	53
1.8 - Química Orgânica	54
1.8.1 – Os PCNEM e a Química Orgânica	58
CAPÍTULO 02 – METODOLOGIA	64
2.1 – Fundamentação metodológica	65
2.2 – Análise dos livros didáticos	67
2.3 – O ensino de Química Orgânica nas escolas	68
CAPÍTULO 03 – A QUÍMICA ORGÂNICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO	71
3.1 – Conceito de Química Orgânica	81

3.2 – Número de compostos orgânicos conhecidos	82
3.3 – Carbono primário	83
3.4 – Cadeia ramificada e cadeia mista	84
3.5 – Classificação dos compostos orgânicos	85
3.6 – Heteroátomo	86
3.7 – Nomenclatura oficial	86
3.7.1 – Nomenclatura sistemática	88
3.7.2 – Nomenclatura de classe funcional	94
3.7.3 – Álcoois complexos	96
3.7.4 – Colchetes	96
3.7.5 – Funções mistas e heterociclos	97
3.8 – Isomeria	98
3.9 – Os livros didáticos de Química Orgânica e os PCN	100
3.10 – Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio – PNLEM	105
CAPÍTULO 04 – O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NO ENSINO MÉDIO	107
4.1 – Análise dos planos de curso e dos materiais Didáticos	108
4.2 – Análise dos dados obtidos nas entrevistas	112
CONSIDERAÇÕES	133
REFERÊNCIAS	146
APÊNDICES	149

INTRODUÇÃO

***“Não basta dar os passos que nos
devem levar um dia ao objetivo; cada
passo deve ser ele próprio um objetivo
em si mesmo, ao mesmo tempo que nos
leva para diante”.***

(Johann Goethe)

1. Origem do problema

O tema investigado na presente dissertação está relacionado à minha prática pedagógica no Centro Federal de Educação Tecnológica de Mato Grosso - CEFEMT, mais especificamente no curso Técnico em Química, onde desenvolvo minhas atividades como professor desde a implantação do curso, em 1994, e, também, como coordenador durante um período de oito anos.

Durante este período, o curso de Química passou por várias reformulações. Inicialmente, foi organizado no regime anual de segundo grau, com duração de quatro anos; depois, passou a ser integrado, também no nível de segundo grau e duração de quatro anos; a partir de 1988 mudou para o regime semestral pós-médio, agora chamado de Subseqüente, com duração de quatro semestres; a partir de 2002 foi alterado para o regime modular pós-médio, com quatro módulos. A partir de 2007 estão sendo organizados novos cursos em nível de Ensino Médio profissionalizante e em nível Superior Tecnológico.

Estou exercendo minhas atividades no curso Subseqüente – curso profissionalizante, freqüentado por alunos que já concluíram ou estão concluindo o Ensino Médio, considerado intermediário entre Ensino Médio e Superior, onde ministro aulas práticas e teóricas de Química Orgânica nos módulos um e dois. Nesse contexto, participei ativamente da organização e reformulação dos cursos, no intuito de preparar de forma adequada os nossos alunos para desempenharem com competência a função de técnicos em química no mercado de trabalho. Ao mesmo tempo, havia a necessidade de buscar novos conhecimentos para aprimorar a prática pedagógica, de realizar atividades que proporcionam a integração e a contextualização da Química Orgânica no cotidiano.

Durante este período de atividades no CEFETMT comecei a organizar um glossário de Química Orgânica, reunindo um grande número de informações acerca dos compostos orgânicos e dos conceitos relacionados a esses compostos. Este glossário ainda está em construção e constitui importante recurso didático para os estudantes e professores do nosso curso. A organização desse trabalho obrigou-me a buscar em diversas fontes as publicações sobre estes compostos e, sobretudo, acompanhar a atualização das regras de nomenclatura.

A atuação junto aos alunos e na coordenação do curso de Química do CEFETMT motivou o grupo a organizar eventos como Semana da Química na escola e a participar de eventos nacionais e regionais da área da Química, buscando mais

conhecimentos e acompanhar a evolução da tecnologia. Assim, procuramos participar do Congresso Brasileiro de Química, realizado anualmente pela ABQ – Associação Brasileira de Química. A nossa participação – grupo de professores e alunos – passou a ser efetiva desde o ano de 2002 no congresso realizado no Rio de Janeiro. O contato com os organizadores do Congresso proporcionou, também, a nossa participação na Olimpíada Brasileira de Química, da qual assumi a coordenação regional, e a fundação da ABQ – regional de Mato Grosso, da qual estou respondendo pela presidência.

Com a organização da Olimpíada Mato-grossense de Química, em 2004, e a participação na Olimpíada Brasileira de Química passamos a ter contato com estudantes e professores de várias escolas de Ensino Médio, possibilitando conhecer um pouco as dificuldades e as perspectivas do ensino de Química, especialmente da Orgânica, nestas unidades de ensino.

O contato com os nossos ex-alunos que estão cursando ou cursaram Licenciatura e Bacharelado em Química na Universidade Federal de Mato Grosso nos permitiu – e continua permitindo – uma troca de experiências sobre a realidade do ensino de Química Orgânica nessas instituições, o que reforça a necessidade de procurar as devidas atualizações nessa área de conhecimento.

A participação nessas atividades abriu novas perspectivas para a nossa prática pedagógica e, ao mesmo tempo, evidenciou a necessidade de ampliar os conhecimentos para acompanhar o desenvolvimento das tecnologias da área de Química e a evolução do próprio sistema educacional brasileiro. Constatamos, por exemplo, que as alterações nas regras de nomenclatura dos compostos orgânicos recomendadas pela IUPAC¹ desde 1993, já estavam sendo aplicadas nos textos e anais de divulgação dos trabalhos do Congresso Brasileiro de Química, apesar da demora de suas aplicações nos livros didáticos. Essa constatação nos remeteu a fazer uma análise crítica dos livros didáticos de Química Orgânica destinados aos alunos e professores de Ensino Médio, bem como dos livros didáticos e paradidáticos disponíveis no mercado para estudantes e professores de Química no Ensino Superior. Nesta análise, confrontamos aspectos como a atualização dos conceitos e das regras de nomenclatura, bem como a forma como são apresentados os textos.

¹ Sigla da União Internacional da Química Pura e Aplicada, com sede em Genebra, fundada em 1892, responsável pela normatização das regras de nomenclatura e das unidades usadas em Química.

A prática pedagógica e o envolvimento nas atividades e eventos nos oportunizaram conhecer as dificuldades e as perspectivas de alunos e professores. Nesse contexto, dois fatores foram determinantes na escolha do tema “*A Química Orgânica no Ensino Médio: na sala de aula e nos livros didáticos*”: primeiro, a demora dos autores dos livros didáticos em aplicar as atualizações em seus livros para o ensino de Química Orgânica, tanto nas regras de nomenclatura como em isomeria; e, segundo, e também relacionado ao primeiro fator, a declaração de José Augusto Rosário Rodrigues², representante brasileiro da IUPAC, em artigo publicado na revista Química Nova na Escola nº 13:

Na universidade, os professores de química orgânica têm observado muita desinformação e vícios de difícil eliminação nos alunos que ingressam. O agravante é que, ao tornarem-se professores, estes alunos perpetuam tais denominações imperfeitas e ultrapassadas, repassando-as aos estudantes (RODRIGUES, 2001, p. 23).

Esse pensamento de Rodrigues nos faz refletir sobre a responsabilidade dos professores de Química Orgânica na formação desses alunos. Por isso, é indispensável que tenham conhecimento das inovações, mantendo-se atualizados, evitando a repetição de erros conceituais. Como a principal fonte de consulta desses professores são os livros didáticos, a responsabilidade maior seria dos autores desses livros em apresentar as informações corretas e atualizadas tanto na abordagem dos conteúdos como na implantação das recomendações dos PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.

2. Sujeitos e Objetos da investigação

Consideramos fundamental o desenvolvimento integrado do tripé **estrutura–nomenclatura–propriedade** dos compostos orgânicos para a contextualização da Química Orgânica e sua integração com as demais disciplinas das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, como é recomendado nos Parâmetros Curriculares Nacionais. Essa integração também permite entender a importância desses compostos no cotidiano.

² Professor Titular do Instituto de Química da Unicamp e representante brasileiro na IUPAC.

Os compostos orgânicos têm importância fundamental para o progresso das ciências, visto que constituem mais de 95% dos compostos químicos conhecidos. São os principais constituintes dos organismos vivos, compõem os principais combustíveis usados pela humanidade, formam inúmeros materiais sintéticos como os tecidos, plásticos, borrachas, tintas, óleos, defensivos agrícolas, fármacos, alimentos, produtos de higiene e limpeza, cosméticos, enfim, estão presentes de forma muito marcante no nosso cotidiano, sendo indispensáveis para a sobrevivência humana e dos demais organismos vivos. Por outro lado, os compostos orgânicos figuram entre as principais fontes de poluição e degradação da biosfera. O número de compostos orgânicos está aumentando significativamente: a cada dia, em alguma parte do planeta, está sendo descoberto ou sintetizado algum novo composto orgânico!

As grandes discussões travadas atualmente como o aquecimento global e suas consequências, a pesquisa de fontes renováveis de combustíveis e de energia – com destaque para os biocombustíveis – a descontaminação e preservação da água potável, o tratamento dos esgotos, a descoberta de novos materiais mais práticos, eficientes e biodegradáveis e tantos outros fatores que geram preocupações no mundo inteiro estão diretamente relacionados com os compostos orgânicos.

A evolução acelerada da Química Orgânica, a sua importância e complexidade estão trazendo dificuldades em nossa prática pedagógica. É necessário inovar estratégias para desenvolver de forma eficaz a aprendizagem da estrutura–nomenclatura–propriedade dos compostos orgânicos.

No curso de Química do CEFETMT, onde dispomos de laboratório para desenvolver práticas de Química Orgânica e, a partir das práticas, trabalhar a teoria, encontramos dificuldades pela falta de domínio dos pré-requisitos por parte da maioria dos alunos. Estes são oriundos das escolas de Ensino Médio – particulares e públicas, inclusive do Ensino Médio do CEFETMT – de Cuiabá, Várzea Grande e outros municípios de Mato Grosso, após realização de exame classificatório.

Esses fatos nos motivaram a investigar o ensino de Química Orgânica nas escolas de Ensino Médio. Escolhemos dez escolas do município de Cuiabá para desenvolver a pesquisa, sendo seis públicas e quatro particulares. Paralela a essa, pesquisamos também os livros didáticos existentes no mercado para este nível de ensino. Dessa forma, os sujeitos da investigação são os professores de Química Orgânica, um de cada escola, e os livros didáticos de Química Orgânica usados para o ensino dessa disciplina.

Para nortear a pesquisa formulamos o seguinte problema:

– Como é o ensino de Química Orgânica no Ensino Médio, na sala de aula e nos livros didáticos? Quais conteúdos são considerados mais relevantes pelos professores e como são abordados estes conteúdos nos livros didáticos e na sala de aula?

Temos como objetivo principal descobrir o motivo de tantas dificuldades no domínio dos conteúdos de Química Orgânica que nossos alunos trazem das escolas de origem. Na investigação na sala de aula procuramos saber os recursos didáticos e metodológicos usados pelos professores no desenvolvimento dos conteúdos e também as dificuldades que os mesmos enfrentam em sua prática pedagógica. No decorrer da investigação procuramos verificar como está a aplicação das recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN – nestas escolas.

Na análise dos livros didáticos comparamos a abordagem dos conteúdos fundamentais da Química Orgânica, a aplicação das recomendações da IUPAC para a nomenclatura dos compostos orgânicos e da terminologia usada em isomeria.

3. Organização da dissertação

A presente dissertação trata de uma pesquisa sobre o ensino da Química Orgânica nas escolas de Ensino Médio de Cuiabá e a forma como a Química Orgânica é apresentada nos livros didáticos destinados a este nível de ensino.

No capítulo 1 apresentamos um estudo sobre a estrutura do novo Ensino Médio, conforme as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Focamos as bases legais e um breve histórico da Reforma Curricular para o Ensino Médio, os objetivos, as competências e as habilidades propostas pela nova LDB para este nível de ensino e nos demais documentos oficiais relacionados à sua implantação: PCN, PCN+, Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Nessa estrutura, descrevemos a área das Ciências Naturais, da Matemática e suas Tecnologias. Dentro dessa área de conhecimento destacamos as orientações curriculares para o ensino de Química, com seus temas estruturadores, unidades temáticas, as formas de abordagem, interdisciplinaridade e contextualização. Ainda neste capítulo, mostramos um estudo sobre a evolução dos livros didáticos de química, acompanhando as reformas de

ensino no decorrer da história da educação brasileira; mostramos que em cada fase surgiram as alterações, buscando adequar os textos e conteúdos à legislação em vigor. Este estudo sobre a história da arte nos fez compreender os esforços dispensados pelos pesquisadores e estudiosos da educação química – inclusive as críticas por eles apresentadas – e a realidade do ensino atual com toda a problemática e limitações impostas pelo poder público à implantação do novo sistema. Concluímos este capítulo descrevendo o ensino de Química Orgânica, o tema central deste trabalho, no contexto da educação química e da nova estrutura do ensino médio brasileiro.

No capítulo 2 apresentamos a opção metodológica e o caminho percorrido para a investigação tanto nos livros didáticos como em sala de aula, procurando conhecer como acontece o ensino de Química Orgânica nas escolas onde foi realizada a pesquisa.

Nos capítulos 3 e 4 fazemos a análise dos dados da pesquisa. No capítulo 3 analisamos os livros didáticos mais recentes de Química Orgânica disponíveis no mercado para o uso dos alunos e professores de Ensino Médio. Comparamos esses materiais com as recomendações dos PCNEM, no sentido de identificar se estão adequados na apresentação dos textos, na ordem dos conteúdos, na apresentação dos conceitos fundamentais e nos aspectos referentes à contextualização e interdisciplinaridade. Apresentamos uma análise sobre a aplicação das recomendações da IUPAC para a nomenclatura dos compostos orgânicos e da isomeria. Ou seja, neste capítulo analisamos como a Química Orgânica é apresentada nos livros didáticos do Ensino Médio. E no capítulo 4 afigura-se a análise dos dados obtidos com os sujeitos desta pesquisa: os professores do Ensino Médio. Neste capítulo investigamos o ensino de Química Orgânica no ambiente escolar: os conteúdos que os professores consideram mais relevantes, como são trabalhados estes conteúdos, recursos didáticos usados, as dificuldades apresentadas e como é feita a avaliação. A partir desta análise tem-se uma comparação entre escola pública e escola particular, a aplicação das recomendações dos PCNEM, os anseios e as críticas dos professores ao sistema de ensino e à organização escolar.

Finalmente, nas considerações, apresentamos alguns fatos relevantes da nossa pesquisa sobre o ensino de Química Orgânica e pretendemos dar alguma contribuição para a melhoria do ensino desta importante área do Ensino de Química, haja vista que já temos atividades realizadas para sistematização da nomenclatura dos compostos orgânicos e atualização quanto às recomendações da IUPAC.

CAPÍTULO 1 – PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

“O verdadeiro sábio é aquele que assim se dispõe, que os acontecimentos exteriores o alterem minimamente. Para isso precisa couraçar-se cercando-se de realidades mais próximas de si do que os fatos, e através das quais os fatos, alterados para de acordo com elas, lhe chegam”.

(Fernando Pessoa)

Neste capítulo apresentamos um estudo sobre a estrutura do Ensino Médio no Brasil e sua legislação, os diversos documentos que norteiam essa estrutura, a área das Ciências Naturais, da Matemática e suas Tecnologias, o ensino de Química com seus temas estruturadores e unidades temáticas e, por fim, o ensino de Química Orgânica nesse contexto. Apresentamos um breve histórico da evolução dos PCN e os documentos norteadores dessa reforma curricular. Expomos também uma análise sobre a evolução dos livros didáticos de Química desde a década de 30 até a implantação dos PCN. Nessa análise, mostramos que as mudanças na estrutura dos livros didáticos está relacionada com as reformas educacionais ocorridas no Brasil em cada período.

1.1 – O Ensino Médio

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394/96), regulamentada em 1998 pelas Diretrizes do Conselho Nacional de Educação e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais divulgados em 1999, complementados em 2002 pelos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+, e redefinidos pelas Orientações Curriculares do Ensino Médio (BRASIL, 2004 e 2006) conferiu uma nova identidade ao Ensino Médio, determinando-o como parte integrante da Educação Básica. Assim, o Ensino Médio, com duração mínima de três anos e carga horária mínima de 2.400 horas, passou a constituir

a etapa final do processo educacional básico para o exercício da cidadania, base para o acesso às atividades produtivas, para o prosseguimento nos níveis mais elevados e complexos de educação e para o desenvolvimento pessoal, referido à sua interação com a sociedade e sua plena inserção nela (BRASIL, 1998, p. 22).

Esta etapa coincide, para os estudantes que *“seguem seus estudos sem interrupções e/ou reprovações, (...) com a maturidade sexual dos adolescentes, compreendida também como uma importante etapa para a maturidade intelectual”* (BRASIL, 2006, p. 102). Segundo Vigotski (1997) nesse período ocorre *“a plena capacidade para o pensamento abstrato ou a consciência do próprio conhecimento”* (BRASIL, 2006, p. 102).

Essa necessidade decorre das mudanças acarretadas pela expansão do Ensino Médio nas diferentes redes estaduais de ensino. A clientela escolar, especialmente no período noturno, passou a ser formada de alunos trabalhadores que, em sua maioria, não mais ingressará no Ensino Superior. Se antes havia uma preocupação excessiva com a preparação para o vestibular no Ensino Médio, agora a preocupação deve ser em aproximar o mundo da escola do mundo real, dos valores, linguagens, códigos, atitudes e conhecimentos diferenciados que os jovens trazem para a escola. Significa que o cotidiano do aluno deve estar presente no dia-a-dia da escola.

Segundo o Ministério da Educação o número de matrículas na primeira série do Ensino Médio, nos últimos anos, é maior que o número de alunos concluintes da oitava série do ensino fundamental. Essa constatação é ressaltada por Alice Ribeiro Casimiro Lopes³ em artigo publicado na revista Química Nova na Escola nº 7, em maio de 1998, quando afirma:

Está havendo um retorno de alunos à escola, muito provavelmente em função do desemprego crescente que tem tornado o mercado de trabalho cada vez mais seletivo e competitivo: exige-se formação de nível médio não apenas para funções mais complexas, mas sobretudo para funções que podem ser exercidas por pessoas apenas com nível fundamental. Trata-se de usar o certificado de nível médio como fator de pré-seleção dos inúmeros desempregados candidatos ao cargo (LOPES, 1998, p. 11).

A necessidade da reestruturação do Ensino Médio é igualmente justificada no documento “Orientações Curriculares do Ensino Médio” (MEC, 2004), cujos autores afirmam:

Após anos de luta do movimento das organizações sociais, em defesa da educação brasileira com base em princípios da identidade nacional e da educação básica para assegurar a formação comum nacional, rompendo com os sistemas anteriores, de caráter dual – prescrevia-se uma educação discriminatória diferenciada para as camadas populares (formação técnico-profissional) e para elite (formação propedêutica) - faz-se necessário definir o que constitui a base curricular mínima nacional para cada disciplina (BRASIL, 2004, p. 212).

Diante desse mundo globalizado, o Ensino Médio como parte integrante da Educação Básica e da Educação como um todo deve cumprir um triplo papel: econômico, científico e cultural. Para isso, *“a educação deve ser estruturada em quatro alicerces: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e*

³ Alice Ribeiro Casimiro Lopes é professora da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

aprender a ser” (BRASIL, 1998, p. 31). A reforma curricular e a organização do Ensino Médio decorrente dessas mudanças devem contemplar conteúdos e estratégias de aprendizagem orientadas para capacitar o ser humano a realizar atividades nos três domínios: a vida em sociedade, a atividade produtiva e a experiência subjetiva – visando a integração nas relações políticas, trabalho e simbolização subjetiva. A construção dos currículos no Ensino Fundamental e Médio, conforme o art. 26 da Lei nº 9.394/96, envolve uma Base Nacional Comum e uma parte diversificada que contempla as características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela.

Estabelece a coerência (...) que os conteúdos curriculares da educação básica observem as seguintes diretrizes: difusão de valores fundamentais ao interesse social, aos direitos e deveres dos cidadãos, de respeito ao bem comum e à ordem democrática; consideração das condições dos alunos em cada estabelecimento; orientação para o trabalho (BRASIL, 2004, p. 217).

Dessa forma, a proposta da reforma curricular do Ensino Médio, tendo como base legal a Lei nº 9394/96 e, após ser amplamente discutida e aprimorada, representa um marco na construção da identidade deste nível da educação básica brasileira quanto às finalidades e quanto à organização curricular. Sua finalidade, de acordo com o artigo 35 da LDB, é:

o aprimoramento do educando como ser humano, sua formação ética, desenvolvimento de sua autonomia intelectual e de seu pensamento crítico, sua preparação para o trabalho e o desenvolvimento de competências para continuar seu aprendizado (BRASIL, 2006, p. 7).

Quanto à organização curricular, além da base nacional comum e de uma parte diversificada que atenda as especificidades regionais, a LDB propõe:

- * planejamento e desenvolvimento orgânico do currículo, superando a organização por disciplinas estanques;
- * integração e articulação dos conhecimentos em processo permanente de interdisciplinaridade e contextualização;
- * proposta pedagógica elaborada e executada pelos estabelecimentos de ensino, respeitadas as normas comuns e as de seu sistema de ensino;
- * participação dos docentes na elaboração da proposta pedagógica do estabelecimento de ensino (BRASIL, 2006, p. 7).

1.2 – O Ensino Médio e a legislação

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio foram elaboradas após ampla discussão com representantes dos diversos setores envolvidos no processo educacional: equipes técnicas dos Sistemas Estaduais de Educação, educadores e pesquisadores ligados às áreas de ensino de diversas entidades e universidades, professores e alunos da rede pública e representantes da comunidade acadêmica.

Partindo dos princípios definidos na LDB (Lei 9.394/96) e do trabalho conjunto com educadores de todo o País, o Ministério da Educação “*chegou a um novo perfil para o currículo, apoiado em competências básicas para a inserção dos jovens na vida adulta*” (BRASIL, 1998, p. 11). Equipes formadas de professores e técnicos de diferentes níveis de ensino elaboraram a proposta de reforma curricular; esta foi levada aos Estados para uma análise crítica, seguida de novas reuniões com os representantes dos Estados, especialmente em São Paulo e Rio de Janeiro, onde foram realizadas reuniões com professores das redes públicas, escolhidos aleatoriamente, a fim de verificar a compreensão e a receptividade dos documentos produzidos. Seguiram-se debates abertos à população e mais discussões internas das equipes técnicas para, em seguida, ser submetido ao Conselho Nacional de Educação para aprovação. Surgiram, assim, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Resolução CEB/CNE nº 03/98).

As equipes técnicas elaboraram o material para divulgação, a partir de 1999, das diretrizes com o nome de Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN – Ensino Médio, formada de um caderno para as Bases Legais e três cadernos correspondentes às áreas de conhecimento: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; e Ciências Humanas e suas Tecnologias. Nestes PCN foram apresentadas as competências e habilidades a serem desenvolvidas em cada área do conhecimento e em cada disciplina, além de trazer orientações para a organização curricular, destacando a necessidade da contextualização, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade no desenvolvimento do projeto de ensino de cada unidade escolar.

A partir da divulgação e implantação dos PCN nas unidades escolares surgiram muitas dificuldades, críticas e sugestões por parte dos diversos setores e entidades relacionadas com a educação. Essas discussões levaram à elaboração das

Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+. Estes foram dirigidos aos professores, coordenadores, dirigentes escolares e demais responsáveis pelas redes de educação básica e pela formação profissional permanente dos professores. O texto dos PCN+ tiveram a seguinte finalidade:

Discutir a condução do aprendizado nos diferentes contextos e condições de trabalho das escolas brasileiras, de forma a responder às transformações sociais e culturais da sociedade contemporânea, levando em conta as leis e diretrizes que redirecionam a educação básica. Procura estabelecer um diálogo direto com professores e demais educadores que atuam na escola, reconhecendo seu papel central e insubstituível na condução e no aperfeiçoamento da educação básica. (BRASIL, 2002, p. 7).

O texto dos PCN+ está dando muita ênfase à articulação entre as áreas e entre as disciplinas em cada uma das áreas, às competências, aos temas estruturadores e unidades temáticas, à organização do trabalho escolar, às estratégias para a ação, avaliação e à formação profissional permanente dos professores.

Em junho de 2003, o MEC promoveu o Seminário “Ensino Médio: Construção Política”, seguido de outra reunião preparatória com os representantes das sociedades científicas e a Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico (SEMTEC/MEC). Nestes eventos foram discutidos os pontos básicos para nortear o “Fórum Permanente: Currículo do Ensino Médio”, realizado de 16 a 18 de fevereiro de 2004. A perspectiva da diretoria da SEMTEC era de que a realização desse Fórum servisse como indutor para que as sociedades científicas discutissem o ensino médio e que os PCN “*seriam objeto de leitura e de revisão analítica a partir dos diálogos com a sociedade*” (BRASIL, 2004, p. 207). Dessas reuniões que precederam o Fórum, foram organizados os Grupos de Trabalho coordenados por especialistas das diversas áreas. Esses Grupos de Trabalho analisaram os PCNEM e elaboraram o documento “Orientações Curriculares do Ensino Médio, 2004” com a finalidade de subsidiar as discussões em seminários regionais e, assim, trazer as respectivas contribuições para o seminário nacional, em especial sobre “*os conteúdos de ensino médio e procedimentos didático-pedagógicos, contemplando as especificidades de cada disciplina do currículo*” (BRASIL, 2006, p. 8).

Como resultado das discussões no Fórum, as equipes técnicas elaboraram, em 2006, os cadernos das “Orientações Curriculares Para o Ensino Médio”, cujo material “*chega às escolas como fruto de discussões e contribuições dos diferentes segmentos envolvidos com o trabalho educacional*” (BRASIL, 2006, p. 9), apresentando e

discutindo questões inerentes ao currículo escolar e de cada disciplina em particular. A partir desses estudos, espera-se novos seminários regionais e nacionais para elucidar os problemas remanescentes e incrementar novos elementos para a divulgação e aplicações dos Parâmetros Curriculares Nacionais, não só nas redes públicas, como também nas demais redes de educação básica nacional.

1.3 – O Ensino Médio e as áreas de conhecimento

As diretrizes curriculares específicas apontam para um planejamento e desenvolvimento do currículo de forma orgânica visando a integração e articulando os conhecimentos num processo permanente de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, evitando a organização em disciplinas estanques. A organização dos conteúdos, metodologia e formas de avaliação têm por finalidade o domínio dos princípios científicos e tecnológicos da produção moderna, o conhecimento das formas contemporâneas de linguagem e o domínio dos conhecimentos de Filosofia e de Sociologia necessários ao exercício da cidadania.

A reforma curricular do Ensino Médio dividiu o conhecimento escolar em três áreas, tendo como base a reunião dos conhecimentos que compartilham objetos de estudo, proporcionando condições de interdisciplinaridade:

a – **Linguagens, Códigos e suas Tecnologias** – envolvendo o domínio das linguagens, o reconhecimento dos símbolos, os instrumentos de comunicação e negociação dos sentidos;

b – **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias** – contemplando as formas de apropriação e construção de sistemas de pensamento mais abstratos e ressignificados, aproximando o educando do trabalho de investigação científica como atividades institucionalizadas de produção de conhecimentos, bens e serviços;

c – **Ciências Humanas e suas Tecnologias** – destacando a extensão da cidadania, que implica o conhecimento, o uso e a produção histórica dos direitos e deveres do cidadão e o desenvolvimento da consciência social e cívica.

Essas três áreas organizam e interligam disciplinas, mas não as diluem nem eliminam. A interdisciplinaridade e a contextualização permitem a superação do tratamento estanque ou compartimentalizado da organização curricular. Atribui-se ao

distanciamento entre os conteúdos programáticos e a experiência dos alunos o desinteresse e deserção observadas nas escolas. A interdisciplinaridade visa estabelecer interconexões e passagens entre os conhecimentos através das relações de complementaridade, convergência e divergência, gerando a capacidade de compreender e intervir na realidade, numa perspectiva autônoma e desalienante. Perante as contínuas transformações e contradições do mundo atual, estar formado para a vida significa:

saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir; enfrentar problemas de diferentes naturezas; participar socialmente, de forma prática e solidária; ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e, especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado (BRASIL, 2002, p. 9).

A articulação entre as áreas do conhecimento deve ser feita por meio do projeto pedagógico da escola. A gestão, a organização curricular e a prática pedagógica das escolas de Ensino Médio deverão observar as seguintes diretrizes: identidade, diversidade e autonomia; um currículo voltado para as competências básicas; interdisciplinaridade; contextualização; importância da escola; Base Nacional Comum e parte diversificada; e, formação geral e preparação básica para o trabalho.

O projeto pedagógico deve estabelecer metas comuns envolvendo cada uma das disciplinas de todas as áreas. As disciplinas da área de linguagens e códigos devem também tratar de temáticas científicas e humanísticas e as disciplinas da área humanística ou científica e matemática devem envolver o domínio da linguagem.

Alguns exemplos de integração das áreas: uma aula de Química, ao tratar da ocorrência natural, da distribuição geográfica, importância e métodos de extração e purificação de determinado minério, poderá envolver aspectos políticos, históricos, econômicos e ambientais a ele relacionados; uma aula de Língua Portuguesa, ao tratar de gêneros narrativos ou descritivos, pode usar relatos de fatos históricos, processos sociais ou experimentos científicos; a História, ao estudar o desenvolvimento econômico e social da modernidade, pode apresentar um panorama amplo da história das ciências e tecnologia, associando à concentração de riqueza e a capacidade de investimento científico-cultural de determinados povos ou nações.

A articulação entre as disciplinas da mesma área é mais fácil de estabelecer devido à existência de elementos de identidade e proximidade entre elas. Um exemplo clássico é o estudo da energia: energia da célula em Biologia, energia da reação em Química e energia da partícula em Física. Se tratados em contextos diferentes, não é

estabelecida a devida relação desse conceito e os alunos continuarão com a idéia de que são coisas diferentes. Porém, quando contextualizado, o conceito será entendido e aplicado como o mesmo nas diversas situações. Da mesma forma, conceitos gerais como as unidades e as escalas, de transformação e de conversão, presentes de diferentes formas na Química, na Física, na Biologia e na Matemática, *“seriam mais facilmente compreendidos e generalizados, se fossem objeto de um tratamento de caráter unificado feito de comum acordo pelos professores da área”* (BRASIL, 2002, p. 20).

1.4 - As Ciências da Natureza e a Matemática

A área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias é apresentada como de qualidade distinta daquela do Ensino Fundamental, com formas de pensamento mais abstratas, envolvendo “concepções científicas atualizadas do mundo físico e natural, bem como o desenvolvimento de estratégias de trabalho centradas na solução de problemas” (BRASIL, 2004, p. 226).

Segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006), é a qualidade e a quantidade de conceitos que confere a grande importância para essa área do conhecimento, buscando dar significado nos seus componentes curriculares.

Componente curricular tem sua razão de ser, seu objeto de estudo, seu sistema de conceitos e seus procedimentos metodológicos, associados a atitudes e valores, mas, no conjunto, a área corresponde às produções humanas na busca da compreensão da natureza e de sua transformação, do próprio ser humano e de suas ações, mediante a produção de instrumentos culturais de ação alargada na natureza e nas interações sociais (BRASIL, 2006, p.102).

Portanto, Biologia, Física, Química e Matemática, de acordo com os PCN+, são

ciências que têm em comum a investigação da natureza e dos desenvolvimentos tecnológicos, compartilham linguagens para a representação e sistematização do conhecimento de fenômenos ou processos naturais e tecnológicos (BRASIL, 2002, p. 23).

São as disciplinas que melhor representam e organizam os conjuntos de competências do Ensino Médio: representação e comunicação, investigação e compreensão; e contextualização sócio-cultural. Elas convergem com a área de

Linguagem e Códigos pela representação, informação e comunicação de fenômenos e processos, e com a área de Ciências Humanas pelas construções históricas das ciências e técnicas e desenvolvimento social, econômico e cultural. Além disso, elas incorporam e compartilham conteúdos de disciplinas afins como Astronomia e Geologia. A importância do conhecimento científico no contexto é evidente, pois

os aspectos biológicos, físicos, químicos e matemáticos presentes nas questões tecnológicas, ambientais, econômicas e éticas das relações interpessoais e do sistema produtivo e de serviço, serão tratados como contexto em que se desenvolve o conhecimento científico (BRASIL, 2002, p. 24).

Segundo Deise Miranda Vianna, em publicação de “Salto para o futuro”⁴, a área de Ciências da Natureza e da Matemática

não pode mais ser encarada desvinculada das Linguagens e Códigos e das Ciências Humanas. A Física, a Química, a Biologia e a Matemática são ciências socialmente contextualizadas, que formam a cultura científica e tecnológica da humanidade, organizada ao longo da história. Elas têm a sua especificidade, mas estão inseridas num universo mais amplo (VIANNA, 2004, p. 2).

Essa área do conhecimento apresenta muitos termos comuns cuja aprendizagem será mais efetiva se forem trabalhados de forma contextualizada.

As competências gerais no aprendizado das Ciências da Natureza são as mesmas que direcionam e organizam o aprendizado no Ensino Médio. A competência geral da representação e comunicação envolve a articulação da nomenclatura, códigos e símbolos em sentenças, diagramas, gráficos, esquemas e equações, leitura e interpretação das linguagens, seu uso em análises e sistematização específicas. A competência geral da investigação e compreensão se traduz na realização de medidas, elaboração de escalas, construção de modelos representativos e explicativos essenciais para a compreensão das leis da natureza e de sínteses teóricas. E a competência geral da contextualização sócio-cultural dos conhecimentos científicos e tecnológicos proporciona a compreensão mais ampla da cultura, da política e da economia no contexto maior da vida humana. Considerando a investigação e compreensão a competência mais diretamente relacionada à área das Ciências Naturais e da Matemática, ela faz as devidas interligações: com as Linguagens e

⁴ Salto para o Futuro/TV Escola, disponível em www.redebrasil.tv.br/salto/boletins2004

Códigos pela representação e comunicação, e com as Ciências Humanas pela contextualização sócio-cultural.

Essa nova estrutura exige que cada professor tenha a percepção de linguagens comuns entre a sua disciplina e as demais disciplinas da área (como também das outras áreas) para o desenvolvimento dessas três competências gerais. Um exemplo clássico dessas linguagens partilhadas é o uso do logaritmo, operação que dá origem a funções matemáticas e que encontra usos em todas as ciências. Ao ensinar a expressão $\log_{10}(10.000.000) = 7$, esta linguagem pode ser estendida à medição de pH para acidez ou alcalinidade do meio, a escala Richter para terremotos e abalos sísmicos, populações de microrganismos, os decibéis de potência sonora, as aplicações em funções trigonométricas, exponenciais ou distribuições estatísticas, por exemplo.

O desenvolvimento de competências no domínio da representação e comunicação em todas as disciplinas da área envolve:

o reconhecimento, a utilização e a interpretação de seus códigos, símbolos e formas de representação; a análise e a síntese da linguagem científica presente nos diferentes meios de comunicação e expressão; a elaboração de textos; a argumentação e o posicionamento crítico perante temas de ciência e tecnologia (BRASIL, 2002, p. 27).

Na investigação e compreensão de diferentes processos naturais, é necessária a articulação entre as disciplinas desenvolvendo instrumentos de investigação comuns como conceitos e procedimentos partilhados pelas várias ciências tais como: unidade, escala, transformação ou conservação. Por exemplo, as expressões algébricas estudadas em Matemática adquirem valor mais significativo quando a elas se relaciona cálculo de balanço energético de uma transformação e conservação de energia (Física), o acerto de coeficientes em reações químicas, cálculos de conservação de energia, reações endotérmicas ou exotérmicas (Química).

Todas as ciências tratam transformações e conservações para sistematizar regularidades naturais. As leis de conservação da matéria e da energia são as mesmas na Física, Química e Biologia, usando os mesmos símbolos e códigos. Mesmo havendo maior complexidade nos fenômenos vitais como a biodiversidade e codificação genética da vida, estes seguem os mesmos princípios de conservação que regem as reações químicas e os processos físicos.

Esse conjunto de competências de investigação e compreensão, mais amplo que o da representação e comunicação, é constituído por:

identificação de dados e informações relevantes em situações-problema para estabelecer estratégias de solução; utilização de instrumentos e procedimentos apropriados para medir, quantificar, fazer estimativas e cálculos; identificação e relação de fenômenos e conceitos em um dado campo de conhecimento científico; articulação entre os conhecimentos de várias ciências e outros campos do saber (BRASIL, 2002, p. 29).

Quando se discute a biodiversidade e a codificação genética da vida é conveniente fazer a contextualização com os problemas de redução da biodiversidade decorrente das intervenções humanas na biosfera proporcionadas pela industrialização, desmatamento, urbanização, monocultura intensiva, manipulação genética e cultivo de transgênicos, dando oportunidade aos estudantes para conhecerem e se posicionarem diante desses problemas e proporcionando um aprendizado mais geral e abstrato. Essa é a função de um terceiro grupo de competências – a contextualização sócio-cultural – que abarca a *“inserção da ciência e suas tecnologias em um processo histórico, social, cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo”* (BRASIL, 2002, p. 31).

Observa-se que a interação entre as disciplinas da mesma área é uma atividade interdisciplinar e a contextualização sócio-cultural, transdisciplinar. Para a sistematização e organização dos temas em torno dos quais se conduz o aprendizado disciplinar foram definidos os temas estruturadores de ensino.

1.5 – O Ensino de Química

A Química é definida como *“instrumento de formação humana, meio de interpretar o mundo e intervir na realidade”* (BRASIL, 2004, p. 228). Como disciplina integrante da área de Ciências Naturais e da Matemática, a Química:

pode ser um instrumento de formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade (...) com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade (BRASIL, 2002, p. 87).

O aprendizado da Química deve levar o aluno a compreender os processos químicos em si e a construir o conhecimento científico relacionado às aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, econômicas e políticas. Esta proposta se contrapõe ao sistema de memorização de nomes, fórmulas, informações e conhecimentos fragmentados da realidade do aluno; pretende dar ênfase ao reconhecimento e compreensão, de forma integrada e significativa, das transformações químicas nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos, encontrados na atmosfera, hidrosfera, biosfera e litosfera, e suas relações com os sistemas produtivo, industrial e agrícola.

O conhecimento químico, ao longo da história, centrou-se em estudos da natureza empírica sobre as transformações químicas e as propriedades dos materiais e das substâncias. Gradualmente, foram desenvolvidos modelos explicativos de acordo com a concepção de cada época, estabelecendo uma estrutura fundamentada no tripé: **transformações químicas – materiais e suas propriedades – modelos explicativos**. A nova proposta de Ensino Médio propõe agregar a esse tripé uma trilogia de adequação pedagógica formada de: contextualização – agregação de significado aos conteúdos para facilitar o estabelecimento de ligações com outros campos de conhecimento; respeito ao desenvolvimento cognitivo e afetivo; e, desenvolvimento de competências e habilidades em consonância com os temas e conteúdos do ensino.

A escolha dos conteúdos a serem ensinados em Química requer uma seleção de temas relevantes que favoreçam a compreensão do mundo natural, social, político e econômico, contemplando o desenvolvimento de procedimentos, atitudes e valores, construindo o conhecimento de forma integrada a outras ciências e campos do saber. Assim, a aprendizagem química facilita o desenvolvimento de competências e habilidades e enfatiza situações problemáticas reais de forma crítica, desenvolve a capacidade de interpretar e analisar dados, argumentar, tirar conclusões, avaliar e tomar decisões.

Um exemplo dessa aprendizagem integrada é o estudo dos combustíveis. Além dos cálculos termoquímicos sobre a energia fornecida pela combustão, recomenda-se uma discussão sobre a origem e meios de obtenção dos combustíveis, sua disponibilidade na natureza, o custo da energia gerada, a quantidade de poluentes atmosféricos produzidos, os efeitos dos poluentes sobre o ambiente e a saúde humana,

os meios eficazes para minimizá-los, a responsabilidade social e individual no uso dos combustíveis e viabilidade de obtenção de fontes alternativas.

As competências gerais a serem desenvolvidas em Química são as mesmas da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias: representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sócio-cultural. Essas competências se inter-relacionam e se combinam sem que haja hierarquia entre elas. De acordo com a proposta dos PCNEM para o ensino de Química, os conteúdos abordados e as atividades desenvolvidas devem promover o desenvolvimento de competências dentro desses três domínios (competências gerais), com suas próprias características e especificidades. Por exemplo, na competência geral de representação e comunicação, ao trabalhar os símbolos, códigos e nomenclatura de ciência e tecnologia, a área prevê a habilidade de *“reconhecer e utilizar adequadamente, na forma oral e escrita, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica”* (BRASIL, 2002, p. 89). As habilidades correspondentes em Química são:

Reconhecer e compreender símbolos, códigos e nomenclatura própria da Química e da tecnologia química; por exemplo, interpretar símbolos e termos químicos em rótulos de produtos alimentícios, águas minerais, produtos de limpeza e bulas de medicamentos; ou mencionadas em notícias e artigos jornalísticos. Identificar e relacionar unidades de medida usadas para diferentes grandezas, como massa, energia, tempo, volume, densidade, concentração de soluções (BRASIL, 2002, p. 89).

Além de estabelecer as competências gerais e as habilidades para o ensino de Química no Ensino Médio, os PCNEM propõem uma organização dos conteúdos, levando em consideração a vivência individual dos alunos e a sociedade em sua interação com o mundo, evidenciando como os saberes científico e tecnológico interferem na produção, na cultura e no ambiente. Propõe-se partir de situações problemáticas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las, contribuindo para que o aluno possa construir e aplicar o conhecimento. Dessa maneira, foram selecionados nove temas estruturais do ensino de Química, tomando como foco o estudo das transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos e a química e sobrevivência:

1. Reconhecimento e caracterização das transformações químicas; 2. Primeiros modelos de constituição da matéria; 3. Energia e transformação química; 4. Aspectos dinâmicos das transformações químicas; 5. Química e atmosfera; 6. Química e hidrosfera; 7. Química e

litosfera; 8. Química e biosfera; 9. Modelos quânticos e propriedades químicas (BRASIL, 2002, p. 93).

Esses nove temas, centrados nos dois eixos – transformação química e química e sobrevivência – tratam de conteúdos que facilitam a compreensão do mundo físico sob a óptica da Química.

Desses nove temas estruturadores, cinco tratam da transformação química em diferentes níveis de complexidade: o primeiro trata do reconhecimento de transformações químicas por meio de fatos ou fenômenos; o 2 e o 9 abordam os diferentes modelos de constituição da matéria criados para explicá-la; o 3 trata das trocas de energia envolvidas nas transformações; e o 4, a dinâmica dos processos quânticos. Esses cinco temas estruturadores exigem o estabelecimento de relações entre as grandezas envolvidas, o reconhecimento da extensão das transformações, a identificação, caracterização e quantificação dos reagentes e produtos envolvidos, as formas de energia e a velocidade das reações. Os outros quatro temas estruturadores tratam dos materiais extraídos e sintetizados pelo homem na atmosfera, na hidrosfera, na litosfera e na biosfera, enfocando seus processos de produção, usos e implicações ambientais, sociais, econômicas e políticas relacionados à sobrevivência do ser humano sob a ótica do conhecimento químico. Seu entendimento exige a interação entre vários campos do saber, desde as disciplinas da mesma área como as de outras áreas afins: Biologia, Física, Geologia, História, Geografia, Economia, Sociologia e Antropologia. Observa-se que o último dos temas estruturadores aborda novamente os modelos, agora sob a visão física e química da estrutura da matéria.

O tema 1 – reconhecimento e caracterização das transformações químicas – visa o desenvolvimento das seguintes competências gerais:

articular e traduzir a linguagem do senso comum para a científica e tecnológica; identificar dados e variáveis relevantes das transformações químicas; selecionar e utilizar materiais e equipamentos para cálculos, medidas e experimentos; fazer previsões e estimativas; compreender a participação de eventos químicos nos ambientes naturais e tecnológicos (BRASIL, 2002, p. 94).

Para o desenvolvimento dessas competências, é necessário apresentar fatos concretos, observáveis e mensuráveis das transformações químicas e suas regularidades, estabelecendo relações entre massas de reagentes e produtos, balanço energético e propriedades dos materiais e substâncias envolvidas. As unidades

temáticas desse tema são: transformações químicas no dia-a-dia; relações quantitativas de massas; reagentes, produtos e suas propriedades.

O tema 2 – primeiros modelos de constituição da matéria – procura desenvolver as seguintes competências:

compreender e usar os símbolos, códigos e nomenclatura específica da Química; selecionar e utilizar materiais e equipamentos para realizar cálculos, medidas e experimentos; reconhecer a necessidade e os limites de modelos explicativos relativos à natureza dos materiais e suas transformações; reconhecer e compreender a Química como resultado de uma construção humana, inserida na história e na sociedade (BRASIL, 2002, p. 96).

No desenvolvimento desse tema é apresentada a cronologia das idéias e construção de modelos explicativos sobre a constituição da matéria de forma contextualizada, mostrando que a ciência não se desenvolveu de forma neutra, objetiva e sem conflitos, mas sim, sempre inserida no contexto social, econômico e político da época. As unidades temáticas desse tema são: primeiras idéias ou modelos sobre a constituição da matéria; representação de transformações químicas; relações quantitativas envolvidas na transformação química.

O tema 3 – energia e transformação química – tem como foco, em estreita relação com a Física e a Biologia, a construção de uma visão mais abrangente sobre a produção e consumo de energia nas transformações químicas em seus aspectos conceituais e sociais. As competências a serem desenvolvidas neste tema são:

compreender a produção e o uso de energia em diferentes fenômenos e processos químicos e interpretá-los de acordo com modelos explicativos; avaliar e julgar os benefícios e riscos da produção e do uso de diferentes formas de energia nos sistemas naturais e construídos pelo homem; articular a Química com outras áreas de conhecimento (BRASIL, 2002, p. 98).

As unidades temáticas desse tema são: produção e consumo de energia térmica e elétrica nas transformações químicas; energia e estrutura das substâncias; produção e consumo de energia nuclear.

O tema 4 – aspectos das transformações químicas – tem como objetivo reelaborar as idéias sobre o tempo e as quantidades envolvidas nas transformações químicas, considerando a cinética química e o estado de equilíbrio do sistema resultantes da coexistência de reagentes e produtos em constante interação e estabelecendo expressões matemáticas relativas às concentrações de reagentes e produtos. As competências inerentes a esse tema são:

identificar transformações químicas pela percepção de mudanças associadas a dada escala de tempo; compreender e utilizar modelos explicativos para reelaborar conceitos e idéias sobre os fenômenos químicos; selecionar e utilizar materiais e equipamentos para realizar cálculos, medidas e experimentos; articular e integrar a Química a outras áreas de conhecimento (BRASIL, 2002, p. 99).

Suas unidades temáticas são: controle da rapidez das transformações no dia-a-dia; estado de equilíbrio químico.

O tema 5 – Química e atmosfera – trata das relações do homem com a atmosfera, especialmente sob os aspectos químicos, considerando sua composição química desde a antiguidade até a atualidade, os recursos materiais que a atmosfera proporciona, as formas de extração e processos químicos envolvidos para suprir as necessidades humanas, as interações com a matéria viva e inanimada, os ciclos biogeoquímicos nela presentes e os problemas ambientais, políticos e sócio-econômicos resultantes da intervenção humana. Esses estudos permitem o desenvolvimento das seguintes competências:

compreender o comportamento dos gases na atmosfera, bem como seu papel nos ciclos biogeoquímicos e no sistema produtivo; avaliar, julgar e tomar decisões sobre a poluição atmosférica; buscar informações, analisar e interpretar textos e comunicações referentes ao conhecimento científico e tecnológico para compreender problemas relativos à atmosfera (BRASIL, 2002, p. 100).

Suas unidades temáticas são: composição da atmosfera; a atmosfera como fonte de recursos materiais; perturbações na atmosfera produzidas pela ação humana; ciclos biogeoquímicos na atmosfera.

O tema 6 – Química e hidrosfera – trata do conhecimento das águas naturais como recurso e fonte de materiais para a sobrevivência dos seres vivos, a interação da hidrosfera com a matéria viva e inanimada, os ciclos da água na natureza e problemas causados pela interferência humana. Sugere-se a abordagem dos conceitos em situações-problemas envolvendo as soluções aquosas, concentração de soluções, alterações nas propriedades da água e a problemática da poluição das águas. As competências a serem desenvolvidas neste tema são:

compreender o comportamento da água e de soluções aquosas nos ciclos naturais e no sistema produtivo; buscar informações analisar e interpretar textos e comunicações referentes ao conhecimento científico e tecnológico associado a problemas da hidrosfera; avaliar, julgar e tomar decisões sobre a poluição e tratamento de água (BRASIL, 2002, p. 101).

Suas unidades temáticas são: composição da hidrosfera; água e vida; a hidrosfera como fonte de recursos naturais; perturbações produzidas na hidrosfera pela ação humana; o ciclo da água na natureza.

O tema 7 – Química e litosfera – trata do estudo do solo e subsolo, a composição, propriedades e transformações químicas dos materiais provenientes da litosfera, os problemas ambientais, sociais, econômicos e políticos gerados pela extração, transformação e descarte de materiais e de outras intervenções sobre a litosfera. Merece grande importância o estudo dos metais, os processos industriais e a grande variedade de substâncias existentes na litosfera, classificando-as em óxidos, carbonatos, fosfatos, silicatos, carvão, enxofre, sulfetos, sulfatos, petróleo, xisto e outros materiais, inclusive como fonte de materiais de construção. Cabe neste tema um estudo detalhado dos elementos químicos, classificação periódica e propriedades periódicas. As competências a serem desenvolvidas neste tema são:

compreender os diferentes usos do solo e seus benefícios para a vida; compreender “as propriedades dos materiais no estado sólido e modelos explicativos a elas associados; buscar informações, analisar e interpretar textos relativos aos conhecimentos científicos e tecnológicos para compreender problemas relacionados à litosfera; reconhecer, avaliar e tomar decisões sobre impactos nos ambientes naturais e construídos causados pela intervenção humana na litosfera (BRASIL, 2002, p. 103).

As unidades temáticas deste tema são: composição da litosfera; relações entre solo e vida; a litosfera como fonte de recursos materiais; perturbações da litosfera; ciclos biogeoquímicos e suas relações com a litosfera.

No tema 8 – Química e biosfera – são estudados os compostos do carbono e sua importância para a sobrevivência humana, dando à Química Orgânica um novo enfoque, integrando-a aos conceitos e princípios gerais já estudados nos outros temas. Dessa integração resulta o estudo da composição e das transformações químicas dos recursos materiais da biosfera e os problemas ambientais, sociais, econômicos e políticos decorrentes de sua produção, uso e descarte dos materiais. Esse tema favorece a articulação entre os conhecimentos químicos e biológicos, especialmente se tratando do estudo dos alimentos: carboidratos, proteínas, óleos e gorduras. Destaca-se neste tema o estudo dos materiais fósseis e seus usos, especialmente do petróleo e o carvão, a indústria petroquímica e carboquímica, bem como a composição e importância do gás natural. Pretende-se associar as propriedades desses compostos à formação de cadeias, isomeria e grupos funcionais, as interações entre as partículas e

os fenômenos químicos e biológicos inerentes aos processos. Este tema visa desenvolver as seguintes competências:

compreensão da composição e estrutura dos materiais advindos da biosfera; avaliação das perturbações sobre o ambiente e suas implicações; compreensão das implicações ambientais e sócio-econômicas do uso da biosfera e tomada de decisões sobre esses impactos; articulação da Química com outras áreas do conhecimento (BRASIL, 2002, p. 104).

As unidades temáticas desse tema são: Química e vida; os seres vivos como fonte de alimentos e outros produtos; os materiais fósseis e seus usos; perturbações na biosfera; ciclos biogeoquímicos e suas relações com a biosfera.

O tema 9 – modelos quânticos e propriedades químicas – visa aprofundar o estudo dos modelos explicativos da estrutura da matéria. Revela como a teoria quântica, em épocas mais recentes, permitiu a interpretação mais completa das ligações e propriedades químicas e das constituições isotópicas, envolvendo as interações nucleares. O estudo desses fenômenos se torna mais amplo quando articulado com o estudo da radiação proposto pela Física. Este tema visa aprimorar diversas competências já desenvolvidas nos temas anteriores. As unidades temáticas abordadas nesse tema são: radiações e modelos quânticos de átomos; modelagem quântica, ligações químicas e propriedades dos materiais; constituição nuclear e propriedades físico-químicas.

Esses nove temas contribuem para promover competências e habilidades que facilitam o entendimento do mundo físico sob a óptica da Química. São estruturados em níveis de complexidade crescentes e permitem um agrupamento coerente para a organização do trabalho escolar. O eixo das transformações químicas – de 1 a 4 e 9 – são apresentados numa seqüência de conteúdos básicos que permite uma visão ampla da química, tanto em termos macroscópicos quanto microscópicos nos temas de 1 a 4; o tema 9 volta a focar os modelos atômicos e moleculares já vistos anteriormente, permitindo uma compreensão mais completa das propriedades dos materiais, agora sob o aspecto quântico. Já os temas de 5 a 8 tratam do eixo química e sobrevivência. Esses não são seqüenciais e cada um deles possibilita uma visão mais integrada do mundo físico, natural e construído por meio de um entendimento ampliado das transformações químicas.

A organização seqüencial desses temas depende do projeto pedagógico de cada escola e do professor, procurando sempre manter os conteúdos articulados dentro da

área e com as outras áreas. Nos PCN+ são apresentadas três seqüências para as três séries do Ensino Médio.

Na primeira seqüência é proposto trabalhar os temas 1 a 3 na 1ª série, os temas 4, 8 e 6 na 2ª série e os temas 5, 7 e 9 na 3ª série. Para o desenvolvimento desses conteúdos serão necessárias quatro aulas semanais em cada série. Na primeira série seriam desenvolvidos os temas relacionados ao reconhecimento, modelagem e aspectos energéticos das transformações químicas; na segunda série, os temas seriam relacionados com a proposta da Biologia; e, na terceira série, seria feito um trabalho mais integrado com a Física.

A segunda seqüência propõe os temas 1 e 2 na 1ª série, os temas 3, 4 e 6 na 2ª série e os temas 8, 5 e 7 na 3ª série. Nessa proposta, nos dois primeiros anos seriam tratados os temas relacionados com as transformações químicas, por serem básicos e seqüenciais, podendo ser incluído o tema 6. Na terceira série seriam tratados os demais temas, excluindo o tema 9 do programa devido a baixa carga horária para o ensino de Química.

A terceira seqüência é proposta para as escolas que apresentam carga horária menor para o ensino de Química. Nesta proposta, seriam trabalhados os temas 1 e 2 na primeira série, os temas 3 e 4 na segunda série, enquanto que para terceira série seria trabalhado o tema 8 e escolhido mais um entre atmosfera, hidrosfera e litosfera.

Além da seleção e organização de temas, é necessário que o processo seja contemplado com ações didáticas, pedagógicas, culturais e sociais envolvendo os meios, recursos didáticos, projetos disciplinares e interdisciplinares, as formas de avaliação, estudos do meio e as formas de conduzir as aulas.

As atividades experimentais são indispensáveis para o ensino de Química. Essas podem ser feitas como experimentos laboratoriais, demonstrações em sala e estudos do meio, de acordo com os recursos materiais disponíveis e o projeto pedagógico de cada escola. Essas atividades possibilitam

o exercício da observação, da formulação de indagações e estratégias para respondê-las, como a seleção dos materiais, instrumentos e procedimentos adequados, da escolha do espaço físico e das condições de trabalho seguras, da análise e sistematização de dados. O emprego de atividades experimentais como mera confirmação de idéias apresentadas anteriormente pelo professor reduz o valor desse instrumento pedagógico (BRASIL, 2002, p. 108)

Propõe-se nos PCN+ que os estudos do meio sejam feitos por meio de visitas a indústrias, geradores de energia, estações de tratamento da água e do esgoto, usinas de reciclagem, cooperativas, aterros sanitários e instituições diversas, visando a observação, interação ativa e crítica, coleta e análise de dados. Para essas atividades é necessário que sejam feitos estudos preliminares e procurar sempre integrá-las a outras disciplinas e áreas, usando-as para contextualização dos conhecimentos, favorecendo a apresentação dos resultados, geralmente expressos em trabalhos escritos, painéis e apresentações orais.

A diversificação dos materiais ou recursos didáticos visam dar maior abrangência ao conhecimento, possibilitar a integração de diferentes saberes, motivar, instigar e favorecer o debate sobre assuntos do mundo contemporâneo. Esses recursos variam desde os livros didáticos e paradidáticos, vídeos, filmes, jornais, revistas, manuais técnicos, livros de divulgação e ficção científica e de literatura, até o uso do computador.

O computador é um recurso indispensável no mundo globalizado. Seu uso no ensino de Química favorece a busca e a articulação de informações por meio da internet e intranet. Existem diversos conjuntos de programas que permitem, além da redação de textos e construção de tabelas e gráficos, a simulação de experimentos e representação de modelos de moléculas, a troca de informações entre professor e alunos para resolução de exercícios, discussão de problemas e elaboração de relatórios.

O desenvolvimento de projetos disciplinares e interdisciplinares propiciam o desenvolvimento de diversas competências, especialmente a contextualização sócio-cultural. Os projetos podem envolver uma ou várias classes, como a investigação de caráter experimental, ou a comunidade escolar como o estudo do meio em que a escola está inserido. Para a elaboração de projetos, é necessário seguir os seguintes passos:

selecionar um tema de relevância científica, social ou cultural associado ao conhecimento químico, programar suas diferentes etapas, dividir tarefas e responsabilidades no grupo, buscar e trocar informações prévias, desenvolver as ações previstas, avaliá-las e relatá-las, usando diferentes meios e instrumentos de comunicação, interagir com a comunidade (BRASIL, 2002, p. 109).

Um exemplo de projeto que pode ser desenvolvido no tema estruturador 1 é o estudo da produção industrial de algum material: na obtenção de um metal, a indústria

utiliza como matéria-prima um minério; este é extraído de uma jazida, transportado e preparado para passar por transformações químicas que levam à sua produção; o processo químico depende das propriedades dos materiais envolvidos, tais como a composição, reatividade e produtos intermediários; deve ser feita a purificação de acordo com a utilização do material; todo esse processo envolve cálculos de rendimento, custos, avaliação dos riscos operacionais e ambientais.

A avaliação do ensino e da aprendizagem é um dos aspectos mais polêmicos da educação. Podem ser usados vários instrumentos e modalidades de avaliação, conforme previsto no projeto pedagógico da escola. Qualquer forma de avaliação utilizada pelo professor deve ser coerente com a linha pedagógica sugerida. Tanto o professor como os alunos devem estar cientes durante o processo como os conhecimentos foram construídos. Deve ser levado em consideração o que os alunos pensam, os problemas de aprendizagem, as dificuldades e os interesses. Relatos escritos e orais feitos pelos alunos, auto-avaliação, provas escritas, observação do desempenho e outras atividades de avaliação devem servir de instrumento de replanejamento das ações e trazer mais dados para os professores e alunos do que foi aprendido.

O projeto pedagógico da escola deve orientar a articulação das várias áreas do conhecimento e das disciplinas da área de ciências, partilhando linguagens, procedimentos e contextos, promovendo o desenvolvimento das competências gerais dos alunos, atendendo as expectativas culturais, valorizando as diferenças e, também, promover a continuidade no aprendizado. Isto exige atividades coletivas e individuais dos alunos, requer que os conteúdos formativos das muitas disciplinas tenham uma unidade e o planejamento coerente das ações.

As competências são objeto de todas as séries, sem ordem cronológica, mas progressiva, partindo de percepções mais concretas ou imediatas para outras mais gerais e abstratas.

Um exemplo dessa articulação entre as disciplinas da área das Ciências Naturais e da Matemática para a primeira série do Ensino Médio é dada a seguir:

- **Biologia:** interação entre os seres vivos; qualidade de vida das populações humanas;
- **Física:** movimentos – variações e conservação; calor, ambiente e usos de energia;

- **Química:** reconhecimento e caracterização das transformações químicas; primeiros modelos de constituição da matéria; energia e transformação química;
- **Matemática:** funções trigonométricas do triângulo retângulo; geometria plana; dados e suas representações.

Nas outras séries, os conteúdos também devem ser articulados entre essas disciplinas. É importante observar que esses conteúdos devem seguir a progressão do mais imediato e vivencial ao mais geral e abstrato. Também é necessário que haja ressonância entre as disciplinas.

A articulação também deve contemplar disciplinas de outras áreas para proporcionar sua contextualização, não só na proximidade temática como também nos procedimentos e atividades comuns dentro e fora da sala de aula, tendo as ações centradas nos alunos. Dessa forma, o aluno deixa de ser passivo e torna-se protagonista dos fazeres.

Por outro lado, torna-se urgente a adequação dos livros didáticos à proposta dos PCNEM. De modo geral, os livros didáticos apresentam a ordenação tradicional dos conteúdos, sem as devidas interações e contextualizações. Algumas propostas de pesquisadores vinculados à Divisão de Ensino de Química (DED) da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) já apresentadas e discutidas em congressos e/ou encontros da área trazem livros adequados aos PCNEM. Duas dessas propostas são descritas no item 1.8.1 deste capítulo.

Sabe-se que a grande maioria das escolas não apresenta ainda a estrutura física e de recursos didáticos para atender às necessidades básicas de implantação e desenvolvimento da proposta do PCNEM, tais como: biblioteca ampla e variada; laboratórios regulares, oficinas e laboratórios abertos, de desmonte tecnológico de sucatas, de experimentação criativa e inventiva; filmes, vídeos, programas de tevê, jornais e revistas; computadores com internet, intranet e programas de simulação de experiências e modelos moleculares. Mesmo quando a escola dispõe desses recursos, geralmente são insuficientes para atender todos os professores e a comunidade escolar.

Também há grande dificuldade do corpo docente e pedagógico destas escolas para promover essas mudanças, pois estas necessitam de um longo período de adaptação e de adequação à nova realidade. Dessa forma, é necessário que a formação profissional e continuada dos docentes e da equipe pedagógica seja aprimorada, que a escola se torne efetivamente um espaço de formação docente e que

os órgãos da administração pública promovam constantes eventos para a atualização dos docentes como formação continuada.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, em seu artigo 13, atribui aos professores as seguintes responsabilidades:

Participar da proposta pedagógica do estabelecimento de ensino; elaborar e cumprir plano de trabalho, segundo a proposta pedagógica do estabelecimento de ensino; zelar pela aprendizagem dos alunos; estabelecer estratégias de recuperação para os alunos de menor rendimento; ministrar os dias letivos e horas-aula estabelecidos, além de participar integralmente dos períodos dedicados ao planejamento, à avaliação e ao desenvolvimento profissional; colaborar com as atividades de articulação da escola com as famílias e a comunidade (BRASIL, 1996).

1.6 – Discussões acerca dos Parâmetros Curriculares Nacionais

Vários pesquisadores em currículo e em educação, entre eles alguns membros da Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química, formaram grupos de discussão acerca dos PCN e fizeram análises críticas da proposta visando possíveis conseqüências para o currículo escolar como um todo e para programa de química no Ensino Médio. Vários destes artigos encontram-se publicados na Revista Química Nova na Escola, nos anais dos encontros de ensino de química promovidos pela entidade como, também, em publicações dos programas de formação de professores de Universidades.

Num destes trabalhos, Alice Ribeiro Casimiro Lopes⁵ argumenta que a *“proposta de mudança curricular do ensino médio não atende aos objetivos (...) de flexibilização e modernização curricular e abre caminho para possíveis ações excludentes”* (LOPES, 1998, p. 11).

Uma das críticas se refere à base nacional comum do ensino médio que, segundo a Lei, constitui 75% da carga horária mínima e que não pode ser vista como uma *“camisa de força que restrinja a capacidade dos sistemas e dos estabelecimentos de ensino, pois a flexibilidade está assegurada tanto na organização dos conteúdos, na metodologia e na avaliação”* (LOPES, 1998, p.11). Esta idéia pressupõe um currículo nacional, objetivando uma cultura comum para uma sociedade tradicionalmente dividida

⁵ Professora da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

em classes e interesses, plural e multicultural. Esta proposta devia ser antes discutida com os diversos segmentos da sociedade civil organizada.

A partir de uma política centralizadora, iguala-se qualidade a um padrão previamente estabelecido oficialmente, segundo o qual todos são avaliados. Com isso, são propostas alternativas ao modelo oficial, contrárias ao padrão hegemônico (LOPES, 1998, p. 11).

Alice Lopes questiona a competência “*aprender a aprender como fundamental para inserção na dinâmica social que reestrutura continuamente*” (LOPES, 1988, p.11), alicerçado em aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a ser e aprender a viver, e que essa competência são aprendidas na escola. Ela argumenta:

É bastante questionável a idéia de que se aprenda a viver e a ser na escola. Dessa forma, como serão os que não freqüentam a escola: não conhecem, não fazem, não são, não vivem? A escola, sem dúvida, é uma instituição primordial na produção e reprodução de saberes, porém não é o único local da sociedade onde aprendemos e produzimos conhecimento. Conferir esse papel à escola é negar tantas outras formas de aprendizado e conhecimento extra-escolares que existem na sociedade (LOPES, 1998, p. 12).

A contextualização e interdisciplinaridade propostas nos PCN vêm de acordo com as discussões, porém, segundo Alice Lopes, se detém “*a dicotomias que se quer superadas: humanismo e tecnologia, ciência e cultura, sociedade e cultura*” (LOPES, 1998, p.12), enfatizando a formação em ciência e tecnologia como se este fosse o principal objetivo a ser alcançado, com o auxílio dos componentes sócio-culturais.

A definição das áreas de conhecimento, segundo Alice Lopes, subentende como compartimentos estanques e como solução para a carência de professores em determinadas áreas. Por exemplo...

... na falta de “professores de química, deixa-se a cargo do professor de física o ensino da área de Ciência e Tecnologia” de modo que “o trabalho integrado pode se tornar apenas uma forma de mascarar as constantes deficiências educacionais em nosso país, o que pode acarretar uma fragilização ainda maior dos conceitos ensinados nas escolas” (LOPES, 1998, p. 13).

A questão da pedagogia de competências em substituição à pedagogia de currículos traz outra preocupação: o que significa ser competente? Segundo Alice Lopes,

não existem critérios absolutos ou consensuais, em qualquer área do conhecimento, quanto ao que significa ser competente, ou que explicitem as habilidades, os conhecimentos e atitudes efetivamente necessárias, ou mesmo quanto aos problemas para os quais temos que

propor soluções. (...) Por outro lado, o que será feito daqueles que, segundo os padrões oficiais de competência forem avaliados como incompetentes? Estarão relegados à exclusão? (LOPES, 1998, p. 13).

Rozana Gomes de Abreu⁶ questiona a idéia de que a integração será alcançada somente pela interdisciplinaridade e contextualização. *“É possível contextualizar a velocidade das reações relacionando-a com a degradação ou a conservação de um alimento, sem promover uma interação com outras disciplinas, como a Biologia”* (ABREU, 2001, p. 4). Segundo Abreu, os PCNEM não tratam a interdisciplinaridade e a contextualização como conceitos sócio-históricos e, sim, como metodológicos. Pode-se articular diferentes áreas do conhecimento para análise de um determinado conceito ou conteúdo sem estabelecer uma ligação entre teoria e prática no cotidiano.

Abreu afirma que os PCNEM *“desconsideram a capacitação dos professores e a necessidade de mudanças na organização escolar”* (ABREU, 2001, p. 5) ao supervalorizar as tecnologias como princípio integrador dos conhecimentos de todas as áreas e disciplinas no mundo do trabalho, como se estas relações fossem neutras, dissociadas das relações sociais.

Em relação ao ensino de Química, Abreu lembra que a forma de organização curricular já vinha sendo apresentada por pesquisadores como do projeto GEPEQ-USP, tais como: a inversão da ordem dos conteúdos tradicionais, a visão macroscópica antes da microscópica, a valorização da vivência do aluno, a vinculação ao cotidiano, o uso de modelos em vez de verdades absolutas, a não-memorização de fórmulas e símbolos, o resgate histórico do conhecimento científico. Esta afirmação também é apresentada no documento “Orientações Curriculares do Ensino Médio”:

As intenções expressas nos atuais Parâmetros contemplam grande parte das mudanças que os educadores da Área, especialmente do componente curricular da Educação em Química, vêm defendendo há mais de vinte anos (BRASIL, 2004, p. 221).

Porém, a histórica divisão disciplinar do Ensino Médio, segundo Abreu, trará muitos empecilhos para a concretização da proposta e as mudanças significativas previstas deverão demorar a acontecer, pois:

Os documentos oficiais condicionam a integração à interdisciplinaridade e à contextualização, e não ao fato de que é necessário compreendermos as relações presentes no contexto escolar e na sociedade como um todo. Dessa forma, não analisam que o

⁶ Rozana Gomes de Abreu é professora da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

conhecimento escolar possui relações profundas com a estruturação social, com o fato de que esse conhecimento escolar é construído socialmente segundo suas relações, não é um produto natural e neutro. Com isso, a idéia da integração fica comprometida com o enfoque epistemológico e psicológico que a proposta assume (ABREU, 2001, p. 6).

Rosanne Evangelista Dias⁷, em sua tese de mestrado, cita que *“há uma estreita relação das competências com as novas formas de organização do trabalho numa economia em crise mundial, estabelecendo um vínculo entre a escolarização e o sistema produtivo* (DIAS, 2002, p. 1). Segundo Dias, o currículo por competências apresenta *“um cunho individualista na formação do trabalhador e o desenvolvimento privilegiado do conhecimento prático aplicado”* (Ibidem, p. 1)

Entre as muitas discussões apresentadas sobre os PCNEM, vários ajustes foram feitos. Os principais eventos determinantes que se seguiram foram: o Seminário “Ensino Médio: Construção Política” promovido pelo MEC em junho de 2003, seguido pela reunião preparatória com representantes das sociedades científicas e a SEMTEC/MEC, em dezembro de 2003, e Fórum do Ensino Médio, em 2004, estabelecendo-se as Orientações Curriculares do Ensino Médio (2004). A equipe responsável pela disciplina de Química era formada pelos doutores Otávio Aloísio Maldaner⁸, Ricardo Gauche⁹, Wildson Luiz Pereira dos Santos¹⁰ e a doutora Lenir Basso Zanon¹¹.

Zanon *et alii*, nestas Orientações Curriculares, reclamam da demora dos Estados organizarem os estudos para elaboração do currículo de abrangência estadual; os PCNEM são pouco conhecidos e explorados, prevalecendo os planos de ensino tradicionais:

Cabe reclamar a ausência de uma política educacional com continuidade que, extrapolando as gestões partidárias dos governos, crie os espaços de estudo e discussão, visando à reconstrução curricular dinamicamente articulada no âmbito próximo às práticas de cada professor, escola e região (BRASIL, 2004, p. 215).

Apesar dos esforços do MEC em realizar eventos para a discussão dos PCNEM, com a participação de equipes de especialistas, equipes de elaboração e de consultores e a impressão e distribuição dos documentos às escolas e aos professores,

⁷ Rosanne Evangelista Dias é mestre em Educação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

⁸ Otávio Aloísio Maldaner – Coordenador do GIPEC - UNIJUÍ.

⁹ Ricardo Gauche – Professor adjunto do Instituto de Química da UnB

¹⁰ Wildson Luiz Pereira dos Santos - Professor adjunto do Instituto de Química da UnB

¹¹ Lenir Basso Zanon – Professora titular da Assessoria Universitária Pedagógica e Extensão – UNIJUÍ. Atualmente Diretora da Divisão de Ensino da SBQ.

ainda não houve a continuidade suficiente dos trabalhos nos Estados e nos Municípios para a implementação dos Parâmetros:

Não sabemos até onde essas elaborações aconteceram, e quando aconteceram, até onde os Parâmetros foram considerados, especialmente no que se refere aos conhecimentos e às orientações no ensino de Química. A simples leitura dos documentos, por parte dos professores, quando acontece de forma isolada em qualquer contexto escolar, não é capaz de impulsionar as mudanças propostas nas estratégias de ensino (BRASIL, 2004, p. 222).

Podemos afirmar que as discussões realizadas acerca dos PCNEM muito contribuíram para lapidar arestas e torná-los mais coerentes com a realidade do das escolas e das necessidades da educação brasileira. Como resultado de todas essas discussões, em 2006, foram divulgadas as Orientações Educacionais para o Ensino Médio pela Secretaria de Educação Média e Tecnológica do MEC.

Porém, com tantos anos em vigor, as respectivas orientações ainda são pouco praticadas no Ensino Médio e cabe aos órgãos governamentais proporcionar condições favoráveis à sua implantação nos Estados e Municípios, o que demanda muitos recursos humanos e financeiros.

1.7 – Evolução dos livros didáticos de química destinados ao Ensino Secundário no Brasil

Mortimer¹² fez um estudo sobre a evolução dos livros didáticos de Química destinados ao ensino secundário, realçando as principais características dos mesmos em cada período, sempre relacionados com as reformas do ensino que ocorreram ao longo da história da educação brasileira até 1988. Os períodos indicados são: antes de 1930, de 1930 a 1942, de 1943 a 1960, de 1961 a 1970, de 1971 a 1988. Este estudo nos levou à compreensão não só da evolução dos livros didáticos, mas também das principais características do ensino de Química em cada reforma do ensino secundário ocorrida na educação brasileira. Segue uma breve descrição das principais características dos livros didáticos de Química em cada período.

¹² Eduardo Fleury Mortimer é professor adjunto da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, pesquisador do CNPQ na área de Educação em Ciências e membro da Divisão de Educação da SBQ.

1.7.1 – Período antes de 1930

Nesse período eram usados os “*compêndios de química geral*” (MORTIMER, 1988, p. 25) não seriados para o ensino secundário de química, visto que ainda não havia um sistema de ensino bem estruturado; os estudos secundários tinham objetivo propedêutico em relação aos exames preparatórios e esses compêndios eram também usados no ensino superior. Geralmente, apresentavam uma pequena parte de química geral e outra parte extensa de química descritiva. Os textos eram bem encadeados trazendo uma série de exemplos antes de apresentar os conceitos, a ausência completa de exercícios ou questionários, a abordagem qualitativa dos conceitos – exceto as leis ponderais e volumétricas das reações químicas. Os textos formavam quase todo o corpo do livro, os títulos ocupavam pequeno espaço e as ilustrações eram reduzidas. Havia ampla discussão sobre as conjecturas filosóficas dos conhecimentos químicos, ressaltando a carência de comprovação experimental para a hipótese atômica e a classificação de elementos e compostos, as limitações da teoria dualística de Berzelius para a classificação dos corpos simples em metais e metalóides. Os corpos simples ou substâncias simples foram definidos como os que não podem ser desdobrados por meios químicos. O modelo de átomo, neste período, era o átomo planetário com órbitas quantizadas; a classificação periódica foi feita pela ordem crescente do peso atômico.

Os livros, apesar da ampla descrição de fatos experimentais, não apresentavam sugestões de experiências a serem feitas pelos alunos. Aliás, esta característica perdurou até 1970, quando surgiram os primeiros projetos de experimentação nos livros didáticos.

Até o fim do século XIX, os conteúdos estavam bem atualizados, apresentando as discussões sobre o significado dos novos conceitos como: a polêmica do unitarismo e dualismo, as valências constantes ou variáveis, hipótese do carbono tetraédrico de Lê Bel e Van't Hoff.

Já a partir do século XX, os livros não conseguiram acompanhar a “*evolução vertiginosa dos conhecimentos e observa-se a dificuldade em abandonar certos conceitos e teorias em desuso*” (MORTIMER, 1988, p. 26). Por exemplo, persistia a abordagem clássica da teoria atômica, sem incorporar os novos conhecimentos químicos como a noção de estrutura atômica, o átomo nuclear, divisibilidade do átomo, forças interatômicas e intermoleculares, afinidade e coesão. Os livros reproduziam sem

questionamento teorias que já haviam sido abandonadas, como a teoria dos tipos moleculares, a discussão das fórmulas moleculares e gráficas, a definição de corpo, corpo simples e corpo composto – que mais tarde foi substituído por substância. Um exemplo apresentado em todos os livros para diferenciar mistura de combinação ou fenômeno físico de fenômeno químico é a experiência de limalha de ferro e enxofre em pó: os componentes da mistura podem ser separados com ímã; se aquecidos, segundo os textos, formariam sulfeto de ferro que perderia as propriedades magnéticas. Os livros repetiam as explicações sobre o fenômeno; porém, na prática, isto não acontece, pois a mistura final continua sendo atraída pelo ímã.

1.7.2 – Período de 1930 a 1942 – Reforma Francisco Campos

Em 1931 surgiu a Reforma Francisco Campos que estabeleceu um programa oficial para o ensino secundário e resultou em importantes alterações nos livros didáticos de química. Os livros passaram a ser seriados, de acordo com o programa oficial. Porém, demorou ao menos dez anos até que todos os autores adaptaram seus livros ao novo programa. Os livros começam a apresentar retratos e pequenas biografias dos vultos históricos da química e um esboço da história da química; aumentou o número das ilustrações e esquemas, mostrando modelos da estrutura atômica e molecular, esquemas de aparelhos em vez de fotos; começou a incorporação de exercícios, problemas e questionários ao final do livro e/ou de cada capítulo. Permanece a *“preocupação filosófica com o significado das teorias, frente à realidade química, (...) discussões a respeito do significado da divisibilidade do átomo para a química, e também da transmutação dos elementos, sonho dos antigos alquimistas”* (MORTIMER, 1988, p. 30).

Neste período, muitos conceitos deixaram de ser introduzidos operacionalmente. Por exemplo, *“substância simples e substância composta passam a ser definidas conceitualmente a partir da noção de átomo”* (Ibidem, 1988, p.30): a substância simples é formada por um tipo de átomo e a substância composta, por mais de um tipo de átomos. O programa oficial exigiu a atualização da teoria da estrutura atômica, valência e classificação periódica. Essa atualização envolveu o átomo nuclear e quantizado de Rutherford-Bohr, a classificação periódica é feita em ordem crescente do número atômico. Os autores continuaram abordando alguns conceitos conforme as teorias da

química clássica. Por exemplo, o elemento químico ainda não foi definido como “*espécie química caracterizada pela carga nuclear*” (Ibidem, 1988, p. 30); segundo a química clássica, os processos refinados de análise podem desdobrar certos elementos químicos em outras substâncias.

O conceito de molécula continuou sendo aplicado indistintamente para todos os materiais, sem a devida distinção entre eletrovalência e covalência. As forças intermoleculares e interatômicas eram atribuídas a forças de origem desconhecida como a coesão e afinidade. A maioria dos autores fez confusão sobre diversos conceitos ou se omitiu. Por exemplo, as ligações iônicas eram tidas como um “cimento” entre íon negativo – que tem um elétron a mais, e o íon positivo – que tem um elétron a menos.

1.7.3 – Período de 1943 a 1960 – Reforma Capanema

Nesse período, correspondente à Reforma Capanema, houve dois programas oficiais. Os livros eram caracterizados pela homogeneidade em relação à abordagem dos conteúdos, rigorosamente de acordo com o programa oficial. Em alguns tópicos, foram apresentadas as definições operacionais antes das definições conceituais, retomando uma característica do período anterior a 1930.

Uma alteração marcante deste período foi a apresentação da definição seguida de alguns exemplos. Foram atualizados conceitos como covalência, eletrovalência e números quânticos; porém, o modelo atômico apresentado continuou sendo o átomo planetário e quantizado de Rutherford-Bohr. Os conceitos de moléculas polares, forças intermoleculares de Van der Waals, ligações metálicas e pontes de hidrogênio não foram abordados, tornando os livros desatualizados. Estes conceitos e outros como esquemas descritivos dos orbitais, nuvens eletrônicas, contornos de probabilidade, energia dos orbitais e energia de ionização, já foram amplamente divulgados em documentos e treinamentos para professores. Porém, os livros didáticos não acompanharam essa evolução, ou por falta de interesse dos autores ou pela insegurança que esses novos conhecimentos neles provocaram.

1.7.4 – Período de 1961 a 1970 – Vigência da LDB

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, de 1961, abriu espaços para propostas alternativas, sem apresentar programas detalhados para cada disciplina. Com isso, flexibilizou o programa de Química, de modo que cada autor tinha a liberdade de estabelecer a ordem dos conteúdos como achava mais viável. Assim, teve início uma heterogeneidade muito grande nos livros didáticos: alguns autores retomaram a ordem característica dos livros do período anterior a 1930: primeiro, introduziam as leis ponderais e volumétricas das reações químicas, seguido da teoria atômica de Dalton e a teoria atômica-molecular clássica e deixando a teoria eletrônica de valência e classificação periódica para o final do curso. Nesses livros, fez-se uma correlação eficiente entre ligações químicas e as propriedades dos materiais.

Outros autores preferiam apresentar os tópicos de estrutura atômica, ligação química e classificação periódica no início do curso secundário.

É nesse período que vários autores procuraram relacionar os *“sucessivos modelos de estrutura atômica aos fatos experimentais disponíveis em cada época”* (MORTIMER, 1988, p. 32), passaram a confrontar as propriedades dos compostos com os modelos de ligações químicas e interações intermoleculares.

Nesse período, a apresentação gráfica dos livros ainda manteve as características anteriores: predominância de textos, os títulos ocupando pequenos espaços, apresentando poucas ilustrações, exercícios e questionários do final de cada capítulo. Em termos de atualização, fechou-se o ciclo da década de 1930. Este período foi marcado por uma intensa renovação do ensino de ciências, levando à atualização dos conteúdos como estrutura atômica, ligação química e classificação periódica. Embora haja divergências entre os autores, acabou prevalecendo a apresentação desses conteúdos no início do curso secundário.

É nessa fase que foi adotado o modelo atômico da mecânica ondulatória, a descrição do elétron em termos de probabilidade, a substituição de órbita planetário por órbita. Os números quânticos tiveram pouca ênfase, considerando-se necessários somente os dois primeiros para descrever as órbitas planetárias dos elétrons. A abordagem sobre moléculas polares e apolares, ligações intermoleculares e ligações metálicas trouxeram melhoria significativa no entendimento das propriedades dos compostos.

Nesse período, os livros traziam discussão profunda sobre as propriedades atômicas, como energia de ionização, eletronegatividade, raio atômico, que não eram apresentadas anteriormente. Ao mesmo tempo, continuou a abordagem sobre as propriedades macroscópicas como ponto de fusão, ponto de ebulição e densidade.

1.7.5 – Período de 1971 a 1988 – Lei 5692/71

A Lei 5692/71 trouxe profundas alterações no sistema de ensino secundário do Brasil. Houve uma redução drástica da carga horária para o ensino de Química devido à profissionalização obrigatória. Os autores tiveram que simplificar o conteúdo dos livros.

É nesse período que os autores começaram a publicar a versão completa e a versão reduzida dos programas – que hoje são chamadas de volume único. Na versão reduzida, *“os autores simplesmente fazem uma seleção do texto completo, sacrificando exemplos, explicações mais demoradas, exercícios etc”* (MORTIMER, 1988, p. 34). Os livros passaram a incorporar truques gráficos, tais como: *“conceitos em destaque, títulos de tamanhos variados, número exagerado de ilustrações, tabela, gráficos, desenhos”* (MORTIMER, 1988, p. 34). Aumentou o número e variedade de exercícios, induzindo à memorização dos conteúdos. Os textos passaram a ser acompanhados de resumos ou estudo dirigido, perguntas tradicionais, exercícios objetivos, palavras cruzadas, loteria química, correlação de colunas e outras formas de atividades. O texto ficou prejudicado, perdido neste emaranhado de recheios gráficos e metodológicos.

Em períodos anteriores, o aluno tinha que construir seu projeto de leitura: ler o texto, selecionar os trechos mais importantes, sublinhar, fazer resumo. Nos livros deste período já vem tudo pronto: os conceitos estão em destaque, não precisa ler o texto – basta ler os quadros e observar as ilustrações e os macetes. Isto induz à aprendizagem memorística privilegiando a forma em detrimento do conteúdo.

A década de 70 é caracterizada pela mentalidade tecnicista e burocrática de ensino. Essa Pedagogia Tecnicista foi transportada para os manuais didáticos, transformando os livros didáticos em guias metodológicos, simplificando os conteúdos, usando como critério principal a objetividade. Nesse sistema, a experimentação foi excluída. A descrição dos fatos experimentais e sugestões para experiências deixaram de ser enfatizados nos livros didáticos de química.

Segundo Mortimer, a Pedagogia tecnicista transformou o ensino em adestramento, onde o mais importante é saber resolver problemas objetivos. Os alunos são treinados para resolver um determinado tipo de exercícios e qualquer atividade diferente acarreta em grandes dificuldades.

Esta objetividade tecnicista conduz também a uma falsa visão do que seja, em ciência, uma teoria e um modelo. A química é mostrada como algo pronto e acabado, e seus modelos são transformados em dogmas irrefutáveis. Essa visão é totalmente distorcida, pois os modelos e teorias nas ciências físicas são aproximações, sujeitas à revisão desde que surjam fatos que os contradigam ou fiquem sem explicação (MORTIMER, 1988, p. 37).

Percebe-se que os vestibulares tornaram-se determinantes na metodologia e na escolha dos conteúdos de ensino de química no ensino secundário. Com as questões de múltipla escolha, os livros didáticos levaram à preocupação de treinar os alunos a responder este tipo de questões, valorizando apenas os conteúdos importantes para as carreiras afins à química na Universidade.

Enquanto, em todo mundo, se começava a falar, em relação aos programas das escolas secundárias, de química para o cidadão, ligada a fatos cotidianos e que levasse a uma visão crítica do papel da ciência na sociedade, no Brasil se reforçava a química para o estudante universitário de áreas afins, desconhecendo-se totalmente o estudante que ingressaria em carreiras não-afins e aquele que não conseguiria ingressar na universidade (MORTIMER, 1988, p. 37).

Isso fez com que a atualização ficasse restrita aos conteúdos considerados mais importantes: teoria atômica, ligação química e classificação periódica. Porém, a abordagem foi desvinculada das propriedades dos materiais, levando a uma imagem distorcida da realidade. Os livros didáticos não conseguiam ressaltar as implicações das teorias modernas sobre a estrutura atômica e a ligação química para os demais conteúdos, que continuaram sendo abordados nos moldes clássicos.

Vale ressaltar que, neste estudo tecnicista, os cursos profissionalizantes tinham em seu programa a disciplina de química somente na primeira série. Geralmente, os alunos estudavam somente a teoria atômica, ligação química, classificação periódica e formulação, nomenclatura e propriedades dos ácidos, bases, sais e óxidos.

Se por um lado o sistema de ensino determinou a organização dos livros didáticos, por outro lado havia a política da editoração. Segundo Mortimer, os livros passaram a ser vistos como mercadorias onde a forma e a apresentação se tornaram fundamentais como produto de consumo. O valor didático do conteúdo foi relegado a

segundo plano. Se antes o renome do autor era destacado, trazendo seu currículo, nesta fase podem ser encontrados livros didáticos de Química em que só aparece o sobrenome do autor ou de haver autor-fantasma... Segundo Mortimer, cada editora passou a determinar seu padrão com o objetivo de tornar seu produto mais atraente ao consumidor. Para isso, houve imposição de regras bem precisas aos autores. Os livros tornam-se muito parecidos entre si na forma e no conteúdo. As novas edições mudam algumas questões de vestibular ou algumas ilustrações, mas o “*conteúdo é repetido, até nos erros*” (MORTIMER, 1988, p. 38)!

1.7.6 – Período da Constituição de 1988 aos PCN

O estudo de Mortimer abrange o período correspondente entre 1930 e 1988. Depois dessa data entrou em vigor a nova constituição, trazendo novas alterações na estrutura do ensino secundário, que, por sua vez, influenciaram na estrutura dos livros didáticos.

Após a Pedagogia Tecnicista, a Constituição de 1988 promoveu amplas mudanças no sistema educacional brasileiro. O ensino secundário – agora denominado Segundo Grau – voltou a ser propedêutico, tendo em sua grade curricular a disciplina de Química nas três séries¹³. Os autores voltaram a organizar os livros didáticos de Segundo Grau em três volumes e mantendo um volume único, simplificado. Podem ser encontrados nas bibliotecas e livrarias muitos exemplares de livros deste período, sendo amplamente usados pelos professores e alunos.

No caso de três volumes, os conteúdos são assim organizados: Volume um – Química Geral; Volume dois – Físico-Química; e Volume três – Química Orgânica. O volume único traz essa seqüência de conteúdos, mas de forma resumida.

Os autores procuram atualizar os conteúdos em suas obras. Os livros trazem ilustrações, quadros e esquemas para facilitar a memorização, tendo exercícios resolvidos no final de cada capítulo, seguidos de exercícios diversos e questões de vestibular, cujas respostas eram apresentadas no final da unidade. Muitos livros

¹³ Na Escola Técnica Federal de Mato Grosso, o ensino profissionalizante era o semestral, com seis semestres letivos (no período noturno eram sete semestres) e as disciplinas divididas entre núcleo comum e profissionalizantes. O ensino de Química era ministrado do primeiro ao sexto semestre com duas aulas semanais, e a Química Orgânica no terceiro e quarto semestres. Além das aulas regulares, havia duas aulas práticas semanais – em horário especial – no primeiro e no terceiro semestres.

introduzem os conceitos com textos e fatos do cotidiano, procurando relacioná-los à realidade dos alunos. As ilustrações ocupam espaços consideráveis dos livros. Muitos desses textos abordam a tecnologia e a indústria química, ressaltando a importância desta ciência para o homem moderno. Muitos textos acrescentam, geralmente no final de cada capítulo, sugestões de experiências para os alunos, envolvendo materiais de fácil aquisição. No início do programa, fazem a descrição do método científico. Vários livros didáticos trazem, no final de cada volume, vários anexos para complementar os conteúdos abordados do corpo da obra.

Nos últimos anos, com a consolidação dos PCN, está-se dando muita ênfase à versão resumida – Volume único – dos livros didáticos de Química para o Ensino Médio. Alguns desses livros já estão organizados de acordo com os temas estruturadores propostos nos PCN, apresentando poucas variações na ordem dos conteúdos. Os autores procuram integrar os conteúdos com outras disciplinas da área, contextualizá-los e relacioná-los com as respectivas tecnologias. Ao mesmo tempo, são sugeridas experimentações com materiais alternativos ou de fácil aquisição, além da descrição de fatos experimentais. As atividades sugeridas induzem ao raciocínio, ao desenvolvimento de habilidades e competências. A abordagem dos conteúdos e as atividades propostas excluem a memorização de macetes.

1.8 – Química Orgânica

A Química Orgânica trata do estudo dos compostos que estão mais diretamente relacionados à estrutura e a sobrevivência dos seres vivos. Estes compostos, além de existirem em número muito grande, apresentam propriedades características, muito distintas da grande maioria dos compostos inorgânicos ou minerais. São classificados em muitos grupos ou funções de acordo com a sua estrutura e propriedades físicas e químicas semelhantes. Por esses motivos, foi feita a distinção entre a Química Geral e Inorgânica e a Química Orgânica.

Tradicionalmente, a Química Orgânica é apresentada nos livros didáticos do Ensino Médio como a última parte do volume único ou, em caso de volumes seriados é apresentada no volume três.

Nas escolas de Ensino Médio, especialmente nas escolas públicas, o estudo da Química Orgânica geralmente é feito no terceiro ano. Em muitas escolas particulares, o estudo da Química Orgânica inicia na segunda metade do segundo ano e durante o terceiro ano, visto que durante o terceiro ano também é feita uma revisão geral dos conteúdos de Química, tendo em vista o “treinamento” dos alunos para o vestibular.

A seqüência tradicional do conteúdo programático de Química Orgânica apresentada nos livros didáticos é a seguinte¹⁴: introdução à Química Orgânica – ligações do carbono, cadeias carbônicas, fórmulas estruturais, identificação das funções orgânicas; estudo dos hidrocarbonetos – estrutura, nomenclatura, propriedades físicas, ocorrência; as principais classes funcionais de compostos orgânicos; interações intermoleculares; isomeria; reações orgânicas – substituição, adição, eliminação, óxido-redução, desidratação, esterificação; noções de acidez e de basicidade em compostos orgânicos; polímeros; compostos naturais; Química Orgânica e meio ambiente.

O ensino de Química Orgânica se fundamenta no seguinte tripé: **estrutura – nomenclatura – propriedades**. Os compostos orgânicos, formados principalmente de átomos de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio – além de outros elementos que ocorrem em menor quantidade como os halogênios, enxofre, fósforo e alguns átomos metálicos - apresentam estrutura diretamente relacionada com suas propriedades físicas e químicas. Pela estrutura da molécula pode-se julgar se é polar ou apolar, se forma pontes de hidrogênio ou se apresenta apenas forças de Van der Waals, se é solúvel em água ou em solventes apolares. Pela estrutura da molécula, por exemplo, **CH₃ – CH₃** e **CH₃ – CH₂ – OH**, ambas com dois átomos de carbono, porém, uma com átomo eletronegativo, pode-se prever se o composto é sólido, líquido ou gás. Geralmente, podem-se estabelecer essas relações pelo tamanho da cadeia carbônica e presença ou não de forças inter e intramoleculares, principalmente quando se compara compostos da mesma função. A presença de átomos eletronegativos e a formação de dipolo permitem prever algumas propriedades químicas, como a reatividade.

A **estrutura das moléculas** orgânicas costuma ser representada por modelos espaciais do tipo bola-vareta. Esses modelos podem fornecer importantes informações para associá-las às suas propriedades, mais especificamente quanto à sua estrutura tetraédrica, trigonal plana ou linear e, de modo geral, a conectividade entre os átomos. Na verdade, estes modelos constituem um importante recurso didático para trabalhar

¹⁴ TITO e CANTO, Química - volume 3, Moderna, 2006.

as ligações do carbono e montagem de estruturas para, depois, representar as moléculas com as respectivas fórmulas estruturais.

O jornalista Rafael Garcia¹⁵ escreveu no Jornal da Ciência, publicado no caderno “Mais” da “Folha de São Paulo”, em 24/1/2007:

Os velhos modelos com bolinhas de plástico representando átomos de carbono, oxigênio e hidrogênio são frequentemente associados a um conhecimento descartável. Regras de nomenclatura que produzem expressões como ‘acetato de éter monobutílico de etilenoglicol’ aborreceram muitos estudantes e muitas vezes foram ensinadas fora do contexto (GARCIA, 2007).

Estas representações espaciais passam a ter importância maior quando a elas se associa valores. Por exemplo, a molécula de etano ($\text{CH}_3 - \text{CH}_3$), cuja cadeia carbônica apresenta ligação simples, permite a rotação dos átomos de carbono. Devido à repulsão entre os átomos de hidrogênio, a molécula pode assumir a conformação eclipsada – a menos estável – e a estrelada ou alternada – a mais estável, além de inúmeras conformações intermediárias. Em análises de uma amostra de etano como na absorção atômica ou espectrofotometria, aparecem vários espectros onde os picos mais altos correspondem à conformação menos estável.

De acordo com o grupo funcional e o tipo de cadeia carbônica é estabelecida a nomenclatura dos compostos orgânicos. Esta nomenclatura é muito mais complexa que a dos compostos inorgânicos, tanto pela grande variedade de funções orgânicas como pela diversidade das regras de nomenclatura. A IUPAC estabeleceu as regras de nomenclatura dos compostos orgânicos e, periodicamente, faz as alterações necessárias decorrentes da descoberta de novos compostos e de ambigüidades que surgem no decorrer do tempo. A última reformulação considerável foi estabelecida em 1993 e, em setembro de 2002, foi publicado Guia IUPAC para a Nomenclatura de Compostos Orgânicos, tradução portuguesa nas Variantes Européia e Brasileira¹⁶, sendo o representante brasileiro o Professor José Augusto Rosário Rodrigues, do Departamento de Química da Unicamp.

A IUPAC reconhece vários tipos de nomenclatura. As principais, especialmente para serem apresentados no Ensino Médio, são: nomenclatura sistemática ou substitutiva, nomenclatura de classe funcional e nomenclatura trivial. Significa que uma

¹⁵ Rafael Garcia escreve no Jornal da Ciência da SBPC.

¹⁶ LIDEL, Lisboa.

substância orgânica pode ter vários nomes oficiais, mas cada nome oficial deve, sem ambigüidade, levar a uma única fórmula.

É importante reconhecer que as regras de nomenclatura sistemática não conduzem necessariamente a um único nome para cada composto, embora tenham de conduzir sempre a um nome a que inversamente corresponde sem ambigüidade uma estrutura única (FERNANDES *et alii*, 2002, p. xxiii).

Por exemplo, a substância de fórmula $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$ tem três nomes oficiais: nome sistemático – propanona; nome de classe funcional – cetona dimetílica; nome trivial – acetona.

O nome sistemático ou substitutivo é formado de prefixo, infixo e sufixo. Cada parte corresponde a algum aspecto de sua estrutura. O prefixo “prop”¹⁷ indica que sua cadeia carbônica é formada de três átomos de carbono; o infixo “an” indica que só há ligações simples entre os átomos de carbono; e o sufixo “ona” indica o grupo funcional cetona. O nome de classe funcional indica que há dois grupos orgânicos metil ligados à carbonila, característica da função cetona. Já o nome trivial não dá idéia da estrutura da molécula¹⁸.

A atualização das regras de nomenclatura sistemática ou substitutiva nos textos da grande maioria dos livros didáticos deixa muito a desejar. Por exemplo, o composto de fórmula estrutural $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$ e nome sistemático “but-2-eno”, em vários textos continua sendo tratado como “2-butenos”, conforme as regras de nomenclatura ultrapassadas desde 1993.

Aliás, a sugestão da IUPAC de escrever o localizador imediatamente antes de seu significado resultou da ambigüidade gerada por diversos sistemas internacionais. Tendo como exemplo o composto de fórmula estrutural $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CHCl}-\text{CH}_3$ e suas nomenclaturas:

- na língua inglesa, no *Chemical Abstracts*” aparece como *1,4-dichloro-2-pentanone*;
- na língua francesa, no *La Nomenclature em Chimie Organique*, seu nome consta como *dichloro-1,4 pentanone-2*;
- na língua alemã, no *Belstein Handbuch der Organischen Chemie*, trata o mesmo composto como *1,4-Dichlorpentano-(2)*.

¹⁷ Os prefixos “met”, “et”, “prop” e “but” foram adotados por convenção. Eles não derivam de raiz grega ou latina. Portanto, são triviais; “propanona”, na verdade, é um nome semitrivial. Já os prefixos “pent”, “hex”, “hept” etc. derivam de raiz grega (“non” é latina); portanto, são sistemáticos.

¹⁸ O sufixo “ona” sugere a função cetona; portanto, o nome “acetona” pode ser considerado semitrivial ou semi-sistemático.

Diante dessa diversidade, na tradução portuguesa para o Guia IUPAC da Nomenclatura dos Compostos Orgânicos, o grupo que o elaborou, após ampla consulta à comunidade científica, optou pelo nome “1,4-dicloropentan-2-ona”, e estabeleceu esta regra para as Variantes Européia e Brasileira.

R-0.1.2 Posições dos localizadores - Os localizadores (números e/ou letras) são colocados imediatamente antes da parte do nome com eles relacionada, excepto nos casos das formas contraídas (FERNANDES *et alii*, 2002, p. 1).

Outra controvérsia surgiu acerca da elisão do “h” em nomes compostos onde esta letra é precedida de vogal. Em 1962, numa publicação portuguesa não autorizada pela Sociedade Portuguesa de Química, foi usado o termo “cicloexano” em vez de “ciclo-hexano”, o que foi seguido por outros autores. Após longa discussão, a Sociedade Portuguesa de Química decidiu manter o hífen e não elidir a letra “h”. No entanto, em vários textos dos livros didáticos analisados¹¹ mantém-se essa elisão.

1.8.1 – Os PCNEM e a Química Orgânica

Segundo as Orientações Curriculares acerca dos temas estruturadores, o ensino de Química é apresentado sem fazer as distinções Química Geral, Inorgânica ou Orgânica. Porém, faz-se distinção entre o estudo dos compostos orgânicos e inorgânicos devido às características inerentes a cada classe de substâncias. Assim, considera-se “Química Orgânica” como o estudo dos compostos do carbono.

Analisando os temas estruturadores e respectivas unidades temáticas propostas para o Ensino Médio, verifica-se que os conteúdos de Química Orgânica são evidenciados: no tema 7 – Química e litosfera – como parte da unidade temática “*A litosfera como fonte de recursos materiais: propriedades das rochas, minérios e minerais, seus usos e implicações sócio-econômicas, classificação periódica dos elementos químicos*” (BRASIL, 2000, p. 103) e mais especificamente na habilidade “*Reconhecer o uso do carvão, petróleo, gás natural e outros materiais como combustíveis e como fonte de materiais para a indústria carboquímica e petroquímica*” (BRASIL, 2002, p. 103); e, principalmente no tema 8 – Química e Biosfera – e suas unidades temáticas e respectivas habilidades:

1. Química e vida: noções básicas sobre evolução da vida; compostos químicos e pré-vida; transformações dos compostos orgânicos através dos tempos.

- * Compreender as noções básicas sobre a vida e sua evolução.

- * Articular o conhecimento químico e biológico, considerando o aumento de complexidade e diversidade das substâncias químicas e dos seres vivos.

2. Os seres vivos como fonte de alimentos e outros produtos: composição, propriedades e função dos alimentos nos organismos vivos: carboidratos, proteínas, gorduras, lipídeos e outros nutrientes; medicamentos, corantes, celulose, alcalóides, borracha, fermentação.

- * Reconhecer os componentes principais dos alimentos – carboidratos, lipídeos, proteínas, suas propriedades, funções no organismo, e suas transformações químicas.

- * Entender e avaliar os processos de conservação dos alimentos, analisando os diferentes pontos de vista sobre vantagens e desvantagens de seu uso.

- * Compreender as transformações químicas dos carboidratos, lipídeos e proteínas na produção de materiais e substâncias como, por exemplo, etanol, carvão vegetal, fibras, papel, explosivos, óleos comestíveis, sabão, elastômeros, laticínios, lã, couro, seda vacinas, soro, vitaminas, hormônios etc.

- * Avaliar a utilização da biomassa como fonte alternativa de materiais combustíveis.

- * Aplicar idéias sobre arranjos atômicos e moleculares para entender a formação de cadeias, ligações, funções orgânicas e isomeria.

3. Os materiais fósseis e seus usos: combustíveis, indústria petroquímica e carboquímica.

- * Compreender as idéias que explicam a origem do petróleo, carvão mineral e gás natural.

- * Compreender os processos de transformação do petróleo, carvão mineral e gás natural em materiais e substâncias utilizadas no sistema produtivo – refino de petróleo, destilação seca do carvão mineral e purificação do gás natural.

- * Avaliar a produção e usos sociais dos combustíveis fósseis.

4. Perturbações da biosfera: perturbações naturais e produzidas por ação humana.

- * Buscar dados e informações sobre perturbações naturais e antrópicas – pragas, desmatamento, uso de combustíveis fósseis, ruptura das teias alimentares, indústria carbo e petroquímica – a curto, médio e longo prazos.

- * Compreender os impactos ambientais dentro da ótica do desenvolvimento sustentável.

- * Avaliar as dimensões das perturbações na biosfera e propor ações corretivas ou preventivas, individual e coletivamente.

5. Ciclos biogeoquímicos e suas relações com a biosfera: carbono, oxigênio e nitrogênio.

- * Reconhecer a participação da biosfera nos ciclos do nitrogênio, oxigênio e carbono (BRASIL, 2002, p. 104-105).

No tema 7, embora sendo citado o petróleo, carvão mineral e gás natural – as principais fontes de hidrocarbonetos e matéria-prima para a indústria carboquímica e petroquímica – recomenda-se que seja dado enfoque deste estudo “na compreensão

das propriedades e usos dos materiais, devendo ser evitadas as classificações, memorização de nomenclaturas, símbolos e fórmulas esvaziados de sentido” (BRASIL, 2002, p. 102). Este tema visa o estudo e aprofundamento das propriedades físicas e químicas dos materiais no estado sólido e seus empregos nos sistemas industriais e agropecuários. Segundo estas recomendações, a Química Orgânica, neste tema, deverá ser tratada na contextualização dos conteúdos, por exemplo, os problemas ambientais decorrentes do uso indiscriminado de defensivos agrícolas (herbicidas, pesticidas, inseticidas, fungicidas) e de fertilizantes, plásticos e outros produtos da indústria petroquímica e carboquímica.

Os conteúdos de Química Orgânica são tratados de forma integrada e contextualizada com outros conteúdos a partir do tema 2 – primeiros modelos de constituição da matéria. Na unidade temática *“Representação de transformações químicas: representação das substâncias e do rearranjo dos átomos nas transformações químicas – símbolos, fórmulas e equações”* (BRASIL, 2002, p. 96), onde são usados vários exemplos envolvendo substâncias orgânicas. Da mesma forma, no tema 3 – Energia e transformação química – ao serem tratadas unidades temáticas envolvendo produção e consumo, estrutura das substâncias e quebra de ligações nas transformações química, muitas vezes é usada como exemplo a combustão (a maioria dos combustíveis são orgânicos).

No tema estruturador 5 – Química e atmosfera – são discutidos assuntos relacionados às fontes e efeitos da poluição atmosférica e, necessariamente, será enfocado o efeito dos CFCs¹⁹ na destruição da camada de ozônio; o vazamento de gases tóxicos em indústrias como a dioxinas²⁰, os efeitos do gás lacrimogêneo²¹, gás mostarda²², desfolhantes e outros gases usados para fins bélicos como os agentes asfixiantes²³ e agente-laranja²⁴.

No tema 6 – Química e hidrosfera – a Química Orgânica será abordada na unidade temática *“Perturbações na hidrosfera produzidas por ação humana: poluição das águas”* (BRASIL, 2002, p. 102). Entre os principais agentes constam os

¹⁹ Clorofluorocarbonetos, como os freons usados em refrigeração.

²⁰ TCDD, gás tóxico, cancerígeno e contaminante de um vazamento em Savesso, Itália, na década de 70.

²¹ Vários agentes que provocam forte irritação nos olhos: cloroacetona, bromoacetona, acroleína, alfa-cloro-acetofenona, 2-cloro-benilmalonitrila.

²² Sulfeto de 2,2'-dicloroetila, também usado como asfixiante.

²³ Gás cloro, fosgênio, cloropicrina, gás mostarda.

²⁴ Ácido(2,4-diclorofenoxi)etanóico - desfolhante usado na Guerra do Vietnã.

detergentes, defensivos agrícolas, bem como o vazamento de óleos nos oceanos e dejetos industriais.

Por fim, no tema 9 – Modelos quânticos e propriedades químicas, vale ressaltar a importância do carbono radiativo (^{14}C) na determinação da idade dos fósseis e a interpretação dos processos na produção de alimentos, medicamentos e melhoramentos na agricultura.

Segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006), considerando “os princípios da contextualização, da interdisciplinaridade e da flexibilidade (BRASIL, 2006, p. 128) para o desenvolvimento do projeto pedagógico para o ensino de Química, a organização curricular dos livros didáticos tende a desenvolver os nove temas estruturadores sem fazer distinção entre Química Geral, Físico-Química e Química Orgânica. Dessa forma, os conteúdos de Química Orgânica aparecem inseridos no desenvolvimento dos temas estruturadores desde o primeiro ano e não mais exclusivamente durante o terceiro ano, como ocorre nos livros didáticos tradicionais.

Essa análise dos PCNEM para a Química Orgânica acima apresentada denota pouco enfoque para a isomeria. Devemos salientar que é de grande importância o reconhecimento de isômeros para a compreensão dos fenômenos relacionados à estrutura e propriedades das substâncias e sua compreensão. Podemos usar como exemplos:

1. A existência de duas substâncias com a fórmula molecular $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$: etanol ($\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--OH}$) e éter dimetílico ($\text{CH}_3\text{--O--CH}_3$). Estas duas substâncias diferem pela conectividade, de modo que uma tem cadeia carbônica homogênea e outra, heterogênea; uma forma pontes de hidrogênio e outra, não; uma é líquido devido à formação de pontes de hidrogênio e outra é um gás em condições normais de temperatura e pressão; uma é muito útil como combustível, solvente em muitas extrações e em bebidas alcoólicas, enquanto a outra é ligeiramente tóxica. Etanol e éter dimetílico são isômeros constitucionais funcionais.

2. O *p*-dodecilbenzenossulfonato de sódio é princípio ativo da maioria dos detergentes. A cadeia lateral de doze átomos de carbono ligada ao anel benzênico, quando normal, torna o detergente biodegradável; quando esta cadeia é ramificada, forma um poluente de grandes proporções, responsável pelas “montanhas” de espuma como a ocorrida no rio Tietê. As duas formas de *p*-dodecilbenzenossulfonato de sódio são um exemplo de isômeros constitucionais esqueletais ou de cadeia.

3. Ácido fumárico e ácido maléico apresentam a mesma fórmula estrutural: **HOOC-C(OH)=C(OH)-COOH**. O ácido fumárico ocorre em alguns vegetais como o aipo e a fumaria, em fungos e líquens; forma-se no metabolismo de glicídios; é usado como acidulante em balas e bebidas. O ácido maléico é ligeiramente tóxico; ocorre em pequena quantidade em sementes de maçã. A diferença entre os dois consiste na configuração: o ácido fumárico apresenta configuração *trans* e o maléico, configuração *cis*. Os ácidos fumárico e maléico são um exemplo de estereoisomeria *cis-trans* e os termos “*cis*” e “*trans*” são seus respectivos estereodescritores.

4. Os óleos vegetais são formados por triglicerídeos onde predominam ácidos graxos insaturados. Um desses ácidos graxos é o ácido oléico [ácido (9Z)-octadec-9-enóico]. Este ácido apresenta configuração *Z* (*Zusammen* = juntos, do mesmo lado) O mesmo ácido, porém de configuração *E* (*Entgegen* = oposto), é o ácido elaídico, pouco comum nos óleos vegetais. No entanto, o ácido elaídico é muito prejudicial à saúde, pois é um dos responsáveis pela formação do mau colesterol ou LDL. Os ácido oléico e elaídico são exemplos de estereoisomeria *Z-E*, sendo *Z* e *E* os respectivos estereodescritores.

5. As proteínas são formadas por muitas unidades de aminoácidos que se unem por ligações peptídicas. São vinte aminoácidos que formam todas as proteínas. Todos esses aminoácidos, exceto a glicina, apresentam em sua composição ao menos um carbono assimétrico na posição alfa à carbonila. Portanto, existem nas configurações *R* (*rectum* = direito) e *S* (*Sinistrum* = esquerdo). Somente os aminoácidos da configuração *S* (os da série L) participam da formação das proteínas, pois o organismo humano não tem enzimas específicas para as reações dos aminoácidos da série D. Quando algum aminoácido de configuração *R* consegue se “infiltrar” na proteína, pode produzir alterações genéticas ou, até, células cancerígenas. Esses aminoácidos são exemplos de estereoisomeria com carbono assimétrico²⁰ e os termos *R* e *S* são os respectivos estereodescritores. Na representação espacial das moléculas são usados: cunha cheia, quando o ligante está orientado para frente do plano; e cunha hachurada, quando o ligante está orientado para trás do plano.

6. Muitos fármacos existem na natureza na forma de um dos estereoisômeros. Quando produzidos em laboratório, geralmente se apresentam como mistura das configurações estereais, dependendo do número de carbonos assimétricos existentes na molécula. Destas, somente uma apresenta as propriedades medicinais enquanto as outras não produzem efeito ou produzem efeitos colaterais. Dois exemplos clássicos

são as anfetaminas (benzedrina e dexedrina) e a talidomida. A indústria farmacêutica está orientando as pesquisas para produzir apenas os estereoisômeros específicos, chamadas de drogas quirais. Porém, sua produção é muito dispendiosa, inacessível para a população de baixa renda. Por exemplo, um frasco de Clorazepam²⁵ (frasco c/500 tabletes), o racemato custa cerca de onze dólares, enquanto o enantiômero puro tem um custo aproximado de trezentos e setenta e sete dólares.

Esses e muitos outros exemplos são de extrema importância para a contextualização. E, para a sua compreensão, faz-se necessário que sejam trabalhados os principais conceitos referentes à isomeria; é indispensável que o aluno entenda que essas pequenas diferenças na orientação espacial da molécula são responsáveis por efeitos fisiológicos tão importantes, e que cada configuração deve ser especificada na nomenclatura do composto por estereodescritores.

Na sequência, no capítulo três, percorremos com a investigação da Química Orgânica nos livros didáticos de Ensino Médio.

²⁵ Fonte: Curso de Atualização em Química Orgânica, Dr José Arimatéia Lopes Dantas, UFPI.

CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA

***Nossas dúvidas são traidoras e nos fazem
perder o que, com frequência, poderíamos
ganhar, por simples medo de arriscar.***

(William Shakespeare)

Neste capítulo perpassamos pela opção metodológica e o caminho percorrido durante a investigação. Por conseguinte, fazemos a apresentação dos sujeitos e o cenário da pesquisa.

2.1 – Fundamentação metodológica

A abordagem metodológica adotada é de pesquisa qualitativa do tipo exploratória. A abordagem qualitativa tem *“raízes no final do século XIX, quando cientistas sociais começaram a indagar se o método de investigação das ciências físicas e naturais (...), deveria continuar servindo como modelo para o estudo dos fenômenos humanos e sociais”* (ANDRÉ, 1995, p. 16). Esta investigação ...

... foi chamada de “naturalista por alguns ou de “qualitativa” por outros porque não envolve manipulação de variáveis, nem tratamento experimental; é o estudo do fenômeno em seu acontecer natural. Qualitativa porque se contrapõe ao esquema quantitativo de pesquisa, defendendo uma visão holística dos fenômenos, isto é, que leve em conta todos os componentes de uma situação com suas interações e influências recíprocas.

Para Bogdan e Biklen (1994), a investigação qualitativa possui cinco características. A primeira diz respeito à fonte direta, como o ambiente natural no qual o investigador é o instrumento principal. Neste caso, o investigador frequenta o local de estudo porque se preocupa com o contexto, sendo que *“as ações podem ser melhor compreendidas quando são observadas no seu ambiente natural de ocorrência”* (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p. 48).

A segunda característica da investigação qualitativa é descritiva, isto é, os dados incluem transcrições de entrevistas, notas de campo, memorandos pessoais e outros documentos, numa tentativa de *“analisar os dados em toda sua riqueza, respeitando, tanto quanto possível, a forma em que estes foram registrados ou transcritos”* (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p. 48). Assim, a descrição funciona como um método de recolher os dados, quando se pretende que nenhum detalhe escape ao observador.

A terceira característica indica que os investigadores qualitativos se interessam mais pelo processo do que pelos resultados ou produtos, focando-se no modo como as definições se formam.

A quarta característica aponta a indução como forma de análise dos dados a partir das abstrações construídas previamente. Assim:

O processo de análise dos dados é como um funil: as coisas estão abertas de início (...) e vão-se tornando mais fechadas e específicas no extremo. O investigador qualitativo planeja utilizar parte do estudo para perceber quais são as questões mais importantes. Não se presume que se sabe o suficiente para reconhecer as questões importantes antes de efetuar a investigação (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p. 50).

A quinta característica aponta o significado como fator de grande importância na abordagem qualitativa, porque os investigadores estão interessados no modo como as pessoas dão sentido às suas vidas.

Ao aprender as perspectivas dos participantes, a investigação qualitativa faz luz sobre a dinâmica interna das situações, dinâmica esta que é frequentemente invisível ao observador externo (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p. 51).

Segundo estas cinco características apresentadas por Bogdan e Biklen (1994), percebe-se que o investigador, neste tipo de pesquisa, está em contato com o sujeito com a intenção de perceber como ele experimenta, vivencia e interpreta o mundo em que vive.

Bogdan e Biklen (1994) citam duas questões que determinam a ética na *“investigação com sujeitos humanos: o consentimento informado e a proteção contra qualquer espécie de danos”* (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p. 75). Dessa forma, os sujeitos estão cientes da natureza da investigação e dos perigos e obrigações nele envolvidos, não podendo ser expostos aos riscos que possam advir, ou seja, os sujeitos participam voluntariamente da investigação. O investigador deve tratar os sujeitos respeitosamente, deve ser claro e explícito, levar a sério as promessas e ser autêntico na descrição dos resultados.

A presente pesquisa é classificada como qualitativa e descritiva, pois está de acordo com as características acima descritas, ou seja: as observações foram feitas no ambiente natural onde ocorre o ensino de Química Orgânica - nas escolas e nos livros didáticos; inclui a transcrição das entrevistas, respeitando a forma como os dados foram registrados; a investigação envolve o processo do ensino de Química Orgânica; as questões mais importantes da investigação foram percebidas durante o processo; os sujeitos da pesquisa participaram voluntariamente; e, nas citações, apresentação dos depoimentos e quadros referentes à apresentação de dados, tanto os professores

como as escolas são tratados com nomes fictícios, preservando-os de qualquer constrangimento e valorizando todas as informações obtidas.

2.2 – Análise dos livros didáticos

Foram usados como objetos da pesquisa vinte livros didáticos de Química Orgânica encontrados no mercado e destinados aos professores e estudantes de Ensino Médio. Desses livros, dispomos dos lançamentos de cada autor, sendo que os empregados nesta análise haviam sido inscritos no PNLEM.

Foi feita uma análise criteriosa nos seguintes aspectos:

- abordagem dos conceitos fundamentais de Química Orgânica: conceito de Química Orgânica, número de compostos orgânicos conhecidos, classificação das cadeias carbônicas e dos átomos de carbono e heteroátomo;
- a atualização das regras de nomenclatura estabelecidas pela IUPAC: nome sistemático ou substitutivo, nome trivial, nome de classe funcional, uso de localizadores e hífen;
- a terminologia empregada para a isomeria: constitucional, configuracional, conformacional, carbono assimétrico e estereodescritores.

Outros conceitos como propriedades físicas e químicas dos compostos orgânicos e tipos de reações orgânicas não foram considerados nesta investigação devido à necessidade de se delimitar o foco da pesquisa. Por outro lado, a identificação das funções orgânicas e dos grupos funcionais é inerente à nomenclatura.

Foram selecionados três livros para análise da aplicação das orientações curriculares nacionais, tais como: temas estruturadores, contextualização, interdisciplinaridade, tecnologias, valorização dos conhecimentos prévios, experimentação, discussão e pesquisa.

Na abordagem dos conceitos fundamentais encontramos algumas contradições nos textos, de modo que o estudante ou o professor que irá pesquisar em diversas fontes ficará em dúvida sobre qual dos conceitos é correto. Quanto às regras de nomenclatura, muitos textos fazem confusão entre nomenclatura oficial, nomenclatura IUPAC, nomenclatura sistemática, nomes usuais ou comuns dos compostos orgânicos. O uso de localizadores nos nomes e o emprego do hífen não seguem um padrão,

misturando regras antigas com as atuais. Ocorre uma variação de nomes para um mesmo composto que, em vez de facilitar o ensino da nomenclatura, confunde os alunos e dificulta a aprendizagem. A nomenclatura de compostos de funções mistas e de derivados heterocíclicos, de larga aplicação na contextualização, são pouco abordados.

A terminologia aplicada em isomeria continua sendo “plana”, “geométrica” e “óptica”; segundo as recomendações da IUPAC, os termos a serem usados são: isomeria constitucional, configuracional e conformacional. O conceito de “carbono assimétrico” é confundido com “quiral”; os estereodescritores, quando usados, geralmente não estão de acordo com as recomendações da IUPAC.

Ao fazermos o estudo dos PCN verificamos que estes dão pouca ênfase a isomeria, de modo que os autores que procuram adequar seus livros à nova estrutura do Ensino Médio fazem poucas abordagens desse conteúdo e seus textos.

O quadro 6 (página 80) apresenta a listagem dos livros analisados e a descrição detalhada deste estudo é feita no capítulo três desta dissertação.

2.3 – O ensino de Química Orgânica nas escolas

Para realizar a presente investigação selecionamos dez unidades escolares, sendo quatro particulares e seis públicas (uma federal e cinco estaduais), nas quais foi apresentada uma carta²⁶ de encaminhamento, para formalização das atividades da pesquisa.

Antes de investigar as ações pedagógicas relacionadas aos conteúdos de Química Orgânica, fez-se necessário uma caracterização da escola e dos professores. Os instrumentos de coleta de dados utilizados para essa caracterização foram:

- uma ficha de informações da escola contendo: o número total de alunos, número de alunos por série do ensino médio, número de professores de Química, número de professores de Química Orgânica (Apêndice A)
- uma ficha de informações dos professores de Química Orgânica contendo: sexo e estado civil, vínculo com a escola, o nível de formação e habilitação, tempo de serviço no magistério, em Química e em Química Orgânica, turno de trabalho, carga

²⁶ Assinada pela orientadora.

horária, número médio de alunos por turma, duração das aulas, outro emprego (Apêndice B)

Os dados preliminares obtidos na análise do planejamento e dos materiais didáticos foram utilizados como subsídios para a elaboração de uma entrevista semi-estruturada. Os principais aspectos que foram investigados, com o propósito de responder aos problemas de pesquisa, são os seguintes: os livros didáticos e as estratégias de ensino para o desenvolvimento dos conteúdos de química orgânica, o conteúdo programático da disciplina, a atualização da nomenclatura dos compostos orgânicos, a contextualização dos conteúdos e as dificuldades inerentes à prática pedagógica com o ensino deste assunto.

As dez escolas de Ensino Médio do município de Cuiabá, Mato Grosso, onde foram realizadas as investigações estão apresentadas no quadro 1, preservando-se o anonimato das unidades escolares.

Quadro 1 – Relação das escolas escolhidas para a pesquisa

Número	TIPO	MANTENEDORA
Escola 1	Pública	Estadual
Escola 2	Pública	Estadual
Escola 3	Pública	Estadual
Escola 4	Pública	Federal
Escola 5	Pública	Estadual
Escola 6	Particular	Confessional
Escola 7	Particular	Confessional
Escola 8	Pública	Estadual
Escola 9	Particular	Laica
Escola 10	Particular	Laica

As escolas foram selecionadas levando em consideração os seguintes critérios:

1 – Das escolas Estaduais foram escolhidas duas do Centro, uma do Grande CPA e uma do Grande Coxipó, priorizando aquelas com maior número de alunos, pressupondo que essas tenham melhores recursos para o ensino;

2 – O CEFET-MT, por ser considerado referência de ensino no Estado;

3 – As escolas particulares, entre as maiores, duas confessionais religiosas e duas laicas. Entre as laicas, uma foi escolhida por trabalhar em regime integrado e por ter obtido as melhores notas do ENEM/2005 em Mato Grosso;

4 – Uma escola pública militar, por apresentar um regime disciplinar diferenciado das demais escolas públicas.

Em cada escola foram, inicialmente, coletados os dados referentes ao número total de alunos e número de estudantes do ensino médio, por séries, bem como o número de professores de Química (Ver apêndice A: ficha “Caracterização da Escola”).

Os dados obtidos são mostrados no quadro 2:

Quadro 2 – Número de alunos e professores de Química por escola²⁷

Escola	Nº total de alunos	Nº de alunos – ensino Médio				Nº de Professores	
		1º Ano	2º Ano	3º Ano	Total	Química	Química Orgânica
1	2038	677	576	579	1832	5	2
2	1876	826	611	439	1876	6	3
3	985	413	279	293	985	4	2
4	3335	545	420	365	1320	4	3
5	5060	1000	1300	1300	3600	8	3
6	1749	158	133	84	374	2	2
7	4853	580	517	441	1983	7	2
8	933	184	175	128	487	1	1
9	125	18	16	20	125	2	2
10	1400	460	460	380	1300	7	3
TOTAL	22354	4861	4487	4029	13377	46	23

²⁷ Dados referentes ao ano letivo de 2006.

As escolas estaduais números 2 e 3 (Quadro 1) mantêm apenas o ensino Médio. As escolas de número 1 e 5, estão reduzindo gradativamente as turmas de ensino fundamental. E a escola número 8 mantém o Ensino Fundamental e Ensino Médio.

A escola número 4 oferece o ensino médio, técnico e tecnológico. O ensino médio é formado pelo 2º e 3º ano propedêutico, enquanto as turmas do 1º ano diurno são do regime integrado (profissionalizante), e as do noturno continuam como propedêutico. Segundo informações obtidas na Diretoria de Ensino da escola, o ensino médio propedêutico será extinto gradativamente.

Entre as escolas particulares, as confessionais oferecem desde o ensino Fundamental básico ao Ensino Médio; as duas leigas oferecem, além do Ensino Médio, curso pré-vestibular. A escola número 10 possui uma unidade especialmente para o ensino fundamental (os alunos desta unidade não estão incluídos no quadro 2).

Em todas as escolas públicas e na escola particular número 7, o ensino de Química Orgânica é ministrado no terceiro ano do Ensino Médio. Nas duas escolas particulares leigas, o ensino de Química Orgânica começa no 2º semestre do segundo ano. Das escolas particulares confessionais, a de número 6 iniciou no ano letivo de 2006 o ensino de Química Orgânica no 2º ano (o 3º ano continua no sistema antigo) e a de número 7, adotará este sistema no ano letivo de 2007.

Os professores de Química Orgânica foram contatados em conversa informal, solicitando o preenchimento da ficha de caracterização (Apêndice B) com as informações sobre sexo, estado civil, nível de formação, vínculo com a escola, tempo de experiência no magistério, como professor de Química e de Química Orgânica, turnos e regime de trabalho, carga horária e duração das aulas, número de alunos por sala.

No decorrer deste período realizamos a análise dos livros didáticos de Química Orgânica disponíveis no mercado para os alunos de Ensino Médio, sendo selecionados para esta análise os últimos lançamentos de cada autor. A análise foi feita em torno da apresentação e coerência dos conceitos fundamentais, a atualização quanto às regras de nomenclatura e a abordagem da isomeria.

Foram coletados os dados de dezoito dos vinte e três professores que ministram o ensino de Química Orgânica. Entre os demais professores, dois ministram aulas somente no período noturno, um trabalha a Química Orgânica somente em oficinas e outros dois não preencheram a ficha por não serem formados na área de Química. Os principais dados desses professores são apresentados no quadro 3, onde os nomes

são substituídos pelos pseudônimos P1, P2 etc... para manter sigilo sobre suas identidades.

Quadro 3 – Os professores de Química Orgânica das escolas envolvidas a pesquisa

Professor	Idade²⁸	Sexo	Nível de formação	Tipo de Escola	Vínculo empregatício
P1	37	Masculino	Mestrado	Pública	Efetivo
P2	41	Feminino	Mestrado	Pública	Efetivo
P3	41	Feminino	Especialização	Particular	Outros
P4	56	Masculino	Especialização	Pública	Efetivo
P5	37	Feminino	Especialização	Pública	Interino
P6	28	Masculino	Graduação	Pública	Interino
P7	34	Feminino	Especialização	Pública	Interino
P8	47	Feminino	Especialização	Particular	Efetivo
P9	38	Feminino	Mestrado	Pública	Efetivo
P10	36	Masculino	Graduação	Particular	Efetivo
P11	38	Masculino	Graduação	Pública	Interino
P12	61	Masculino	Graduação	Pública	Interino
P13	50	Masculino	Graduação	Pública	Efetivo
P14	40	Masculino	Especialização	Particular	Efetivo
P15	29	Feminino	Especialização	Pública	Interino
P16	46	Feminino	Especialização	Pública	Efetivo
P17 ²⁹	--	Feminino	Mestrado	Particular	Outros
P18	41	Feminino	Graduação ³⁰	Particular	Outros

Dos professores que participaram dessa coleta de dados, dez são do sexo feminino e oito, masculino. Dos professores, quatro são solteiros e quatro, casados; das professoras, cinco são casadas, três solteiras e duas separadas. Dois professores têm idade inferior a 30 anos; sete professores têm idade entre 30 – 40 anos; seis têm idade

²⁸ Em anos completos, em 31/12/2006.

²⁹ Não informou a data de nascimento.

³⁰ Mestranda em Gestão Econômica do Meio Ambiente.

entre 41 – 50 anos; dois destes professores têm idade superior a 50 anos e um não informou a idade.

Quanto à formação, P2, P3, P4, P6, P11, P12 e P15 cursaram o 2º grau propedêutico ou secundário, como era chamado antigamente; P1, P14 e P18 cursaram o 2º grau profissionalizante na área de química; P5 e P17, técnico em secretariado; P7, em telecomunicações; P8, em sanitarismo; P16, em edificações; e P9, P10, P13 não informaram a formação no ensino médio (antigo 2º grau). Dezesseis professores cursaram a graduação em Química, P14 é graduado em agronomia e P9 não informou sobre a graduação. Quanto ao nível de formação, considerando somente o nível mais elevado de cada docente, **quatro desses professores são mestres** (Física e Meio Ambiente, Química Inorgânica, Química, Gestão Econômica do Meio Ambiente), **um mestrando** (Gestão Econômica do Meio Ambiente), **oito são especialistas** (Docência para o Ensino Superior, Didática do Ensino Superior, Gestão Ambiental, Saúde Pública e Vigilância Ambiental e Sanitária, Fundamentos da Docência no Ensino Superior, Administração em Escola Pública e dois têm especialização em Química) e **seis são graduados em Química**. Estes dados mostram que os professores de Química destas escolas têm um nível elevado de formação.

É de grande importância para a nossa pesquisa a experiência que o professor apresenta quanto ao serviço no magistério, como professor de Química e, mais especificamente, de Química Orgânica. Os dados sobre essa experiência são apresentados no quadro 4.

Quadro 4 – Tempo de serviço no magistério

Tempo de serviço (em anos)	No magistério	Em Química	Em Química Orgânica
Até um	1	1	1
De 1 a 5	1	1	3
De 6 a 10	4	7	5
De 11 a 20	8	6	6
Mais de 20	4	3	3
TOTAL	18	18	18

Doze desses professores trabalham em escolas públicas, sendo seis efetivos e seis interinos. Dos seis professores de escolas particulares, três são efetivos e dois citaram outro vínculo empregatício³¹.

Outra informação relevante é o tempo de conclusão da graduação. Os que estão graduados mais recentemente, pressupomos que apresentam mais dificuldades no seu trabalho pedagógico por terem menos tempo de experiência no magistério; por outro lado, têm mais facilidade de relacionar sua formação pedagógica – práticas de ensino – com a realidade encontrada no campo de trabalho, por terem realizado suas práticas de ensino mais recentemente e pelo estudo das mais recentes teorias de educação. De modo geral, os professores mais idosos têm mais experiência no magistério e concluíram sua graduação há mais tempo. Encontramos uma exceção: P12, o professor com maior idade (quadro 2), é professor interino numa escola estadual, tem oito anos de experiência no magistério e terminou sua graduação em 2005. Os dados sobre o ano de conclusão da graduação são apresentados no quadro 5.

Quadro 5 – Ano de conclusão da Licenciatura em Química

Ano de conclusão	Professores
2005	P6, P12
2004	P7, P15
2000 – 2003	P10, P11
1995 – 1999	P2, P5,
1990 – 1994	P1, P17, P18
Antes de 1990	P3, P4, P8, P13, P14
Não informaram	P9, P16
TOTAL	18

Quanto aos turnos de trabalho, P5, P8, P10, P12 e P13 lecionam nos períodos matutino e vespertino, P6, P9 e P14 no matutino e noturno, P2 e P4 no vespertino e

³¹ Contratado ou substituto

noturno, P3, P7, P11, P16, P17 e P18 somente no matutino, P15 só no vespertino e P1 somente no noturno. P1, P6 e P14 declararam trabalhar em outras unidades escolares e P12 e P16 afirmaram que exercem outra profissão além do magistério.

Quanto ao número de aulas semanais, somente P10 e P11 informaram a carga horária de três aulas para a Química Orgânica; P17 informou a carga horária de três aulas no 2º ano e uma no 3º ano; P3 informou a carga horária de 3 aulas no 2º ano normal, 5 no 2º ano integral e sete no 3º ano; P5 informou a carga horária semanal de 6 aulas para Química Orgânica; P12 informou oito aulas; P9 não informou a carga horária; e os demais professores informaram a carga horária de duas aulas semanais. Esses dados são, de certa forma, contraditórios, pois: os professores que informam, respectivamente, 6 e 8 aulas semanais atuam em escolas públicas, onde a carga horária para a Química Orgânica é de duas a três aulas semanais; P6 e P11 atuam na mesma unidade escolar com turmas da mesma grade curricular, porém se contradizem quanto ao número de aulas no 3º ano.

Quanto à duração das aulas, P12 informou que são aulas de 55 minutos; P2 informou que no vespertino são de uma hora e no noturno, 50 minutos; P1, P4, P13, P15 e P16 informaram que as aulas são de uma hora; e os demais professores informaram que as aulas duram 50 minutos. Porém, há uma contradição, pois P2 e P12 são da mesma escola atuando no mesmo turno e informaram durações diferentes das aulas.

Quanto ao número médio de alunos por turma, P1 afirmou que são 26; P13 e P14 professores informaram que são 45 por turma; P15 e P16, ambos da mesma escola pública, afirmaram que são em média 50 alunos por turma; P17 e P18, ambos de escolas particulares, afirmaram que tem em média 60 alunos por turma; e os demais professores, a maioria, declararam que este número varia de 30 a 40 alunos;

Os professores P2, P5, P7, P8, P10, P11, P13, P16, P17 e P18, um de cada unidade escolar, foram escolhidos para a entrevista, usando-se como critério a experiência do professor no ensino de Química Orgânica, o nível de formação e o período de atuação do professor, dando preferência aos professores dos turnos matutino e vespertino.

A entrevista foi marcada de acordo com a disponibilidade do professor. Houve algumas dificuldades em se encontrar um ambiente favorável, livre de interferências. Cada entrevista foi gravada em fita K7 e, depois, transcrita para análise dos dados. A análise dos depoimentos dos professores é feita no capítulo 4.

A seguir, apresentamos a análise dos livros didáticos de Química Orgânica disponíveis no mercado editorial para o Ensino Médio. Nessa análise, confrontamos os conceitos fundamentais, a abordagem da nomenclatura dos compostos orgânicos e a terminologia usada para o estudo da isomeria.

CAPÍTULO 03 – A QUÍMICA ORGÂNICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO

“A sabedoria constitui uma espécie de orvalho a qual, como não ignoramos, nos molha, refresca e desenvolve. O conhecimento é, em contrapartida, uma espécie de corrente de água que nos lança em cima. Quando muito, serve para alterar o desenvolvimento das nossas raízes. Os conhecimentos passam, mas a sabedoria fica”.

O. Henry (contos)

Os livros didáticos, ao longo da história do ensino de química no Brasil, sempre tiveram sua estrutura e organização seqüencial dos conteúdos determinados pela legislação em vigor. A cada reforma do sistema educacional fez-se necessária a adequação dos livros didáticos. Mas, essa adequação sempre teve uma demora de aproximadamente dez anos, como foi descrito no item 1.7 desta dissertação.

No presente capítulo, apresentamos uma análise crítica dos livros didáticos de Química Orgânica, abordando os conceitos fundamentais, as regras de nomenclatura e da isomeria. Ressaltamos que as regras de nomenclatura dos compostos orgânicos tiveram sua última atualização em 1993; porém, está havendo resistência por parte dos autores dos livros didáticos na adequação dos livros didáticos, talvez porque a IUPAC apenas recomenda as novas regras.

Segundo Schaffer e Rezende³², a Química Orgânica, apesar do termo polissêmico “Orgânico”...

(...) tem uma história própria de evolução conceitual no âmbito da Química, além de ter um componente escolar, quando definido como a Química do Carbono, e de ser utilizado na Biologia para designar os componentes de um organismo. Hoje em dia, essa palavra tem, também, uma forte conotação de senso comum referindo-se a produtos sem agrotóxicos e vários outros significados bastante presentes no dia-a-dia e na mídia (SCHAFFER e REZENDE, 2006)

A Química Orgânica passou a ter destaque com o advento dos livros seriados, a partir de 1931, com a reforma Francisco Campos. A partir de 1971, com a Lei 5692 e a implantação do ensino profissionalizante, houve uma drástica redução da carga horária para o ensino de Química. Os autores, além da versão completa, organizaram a versão reduzida no volume único. A Química Orgânica, como parte final da obra, pouco era trabalhada em sala de aula, exceto nos cursos propedêuticos mantidos por algumas instituições de ensino.

A partir de 1988, com a nova constituição, voltaram os cursos propedêuticos e, com eles, deu-se nova ênfase ao ensino de Química Orgânica. Matos *et alii*³³ realizaram um estudo sobre os livros de Química Orgânica a partir da década de 70, mais especificamente a respeito da abordagem da nomenclatura dos compostos orgânicos. Segundo as autoras, o quesito da nomenclatura exige “*grande memorização*”

³² Deise Zamboni Schaffer e Daizy de Brito Rezende são pesquisadoras do Departamento de Química Fundamental da USP.

³³ Ana Cristina S. Matos, Bárbara C. T. Moreira, Dalila Dumas, Ivana P. S. Santana, Maria Antonieta P. A. Santiago e Marly F. A. Carvalho são pesquisadoras do Departamento de Ciências Exatas e da Terra da Universidade do Estado da Bahia.

e desperta sentimentos de rejeição e antipatia” (MATOS *et alii*, 2006) dos estudantes, apesar de sua abordagem nos vestibulares. De acordo com esse estudo, os livros da década de 70 tinham como objetivo geral excluir a memorização, facilitar o entendimento, atender às formações geral e específica. Na década de 80, os livros visavam preparar para o vestibular, enfatizando o conceito e o raciocínio. Na década de 90, continuava o objetivo da preparação para o vestibular, mas utilizando a abordagem do cotidiano. E na década atual, além da preparação do vestibular, os livros de Química Orgânica visam a preparação para concursos; os livros estão sendo adequados aos PCN, correlacionando a teoria e a prática.

A partir de 2000, observa-se a tendência dos autores em enfatizar a contextualização do conteúdo, a interdisciplinaridade e a utilização da prática como objetivo de aprofundar a teoria, adequando-se aos PCNs+. Considerando-se o conteúdo analisado, não se observou correlação entre os objetivos dos autores e a forma de abordagem; ao longo das décadas não houve modificação significativa mantendo-se o uso de esquemas e tabelas que objetivam a memorização (MATOS *et alii*, 2006).

As regras de nomenclatura dos compostos orgânicos tiveram alterações significativas em 1993, por ocasião da reunião da IUPAC. Em 2001, José Augusto Rosário Rodrigues publicou um artigo nos cadernos temáticos de Química Nova na Escola, divulgando essas novas regras de nomenclatura. E, em 2002, a Sociedade Portuguesa de Química, publicou o Guia da IUPAC para a nomenclatura dos compostos orgânicos para as variantes europeia e brasileira.

Para verificar o nível de atualização dessas regras de nomenclatura, além da abordagem dos conceitos fundamentais da Química Orgânica e a nova terminologia usada para isomeria, realizamos um trabalho de análise dos livros didáticos de Química Orgânica disponíveis no mercado para o Ensino Médio, tendo a preocupação de utilizar o livro mais recente de cada autor. Primeiramente, fizemos a análise de onze títulos, cujo trabalho foi apresentado na forma de comunicação oral na ANPED/IE/UFMT/2006³⁴, com o título “Análise de livros didáticos de Química Orgânica para o Ensino Médio”. Depois, ampliamos o estudo para vinte títulos, cujo trabalho foi apresentado na forma de pôster no XIII ENEQ/UNIICAMP/2006³⁵, com o título “Os livros didáticos e a Química Orgânica no Ensino Médio: (des)atualização e divergências”.

³⁴ VIII Encontro de Pesquisa em Educação da Região Centro-Oeste, de 13 a 15/06/2006.

³⁵ XIII Encontro Nacional de Ensino de Química, de 24 a 27/07/2006.

Os livros analisados são apresentados no quadro 6³⁶.

Quadro 6 – Livros didáticos analisados.

Nº	Autor	Editora	Volume
01	Antônio Lembo	Ática	3
02	Antônio Sardella, Marly Natalina Falcone Capistrano da Silva	Ática	Único
03	Eduardo Roberto da Silva, Olímpio Salgado Nóbrega, Ruth Rumiko Hashimoto da Silva	Ática	Único
04	Wellington Ferreira Ribas	Base	3
05	Jorge Lampe Narciso Junior, Marcelo Pereira Jordão	Brasil	3
06 ³⁷	Isaura Maria Gonçalves Vidotti, Julio César, Foschini Lisboa, Luiz Roberto de Moraes Pitombo(Coord.) et al	EDUSP	Módulos
07	Maurício Antonio Covre Coimbra	Escala	Único
08	Geraldo José Covre	FTD	3ª Série
09	José Carlos de Azambuja Bianchi, Carlos Henrique Abrecht, Daltamir Justino Maia	FTD	Único
10	Martha Reis Marques da Fonseca	FTD	Único
11	Otto Dieter Gerken	IBEP	Único
12	Eduardo Leite do Canto, Francisco Miragaia Peruzzo	Moderna	3
13	Ricardo Feltre	Moderna	3
14	Gerson de Souza Mol, Wildson Santos(Coord.) et al	Nova Geração	Único
15	Tábata Bauab, Renato Ribas Vaz	POSITIVO	3
16	Edgard Salvador, João Usberco	Saraiva	3
17	Joseph Elias Benabou, Marcelo Ramanoski	Saraiva	Único
18	Edson de Souza, Dácio Rodney Hartwing, Ronaldo Nascimento Mota	Scipione	3
19	Celso Lopes de Souza, Geraldo Camargo de Carvalho	Scipione	Único
20	Andréa Horta Machado, Eduardo Fleury Mortimer	Scipione	Único

³⁶ Importante lembrar que a elaboração da lista de livros didáticos para análise nessa dissertação ocorreu levando-se em consideração o mercado editorial e não os livros inscritos no edital PNLEM 2007.

³⁷ Coleção de 3 módulos, correspondentes às três séries do Ensino Médio, formando uma proposta diferenciada onde não é abordada a Química Orgânica de forma explícita. Os conceitos básicos e regras de nomenclatura não estão apresentados de forma sistemática. As propriedades dos compostos orgânicos e os diversos conceitos se encontram diluídos no contexto. Ao mesmo tempo, é apresentado ao professor um guia para orientar as atividades e a forma de desenvolver a proposta didático-pedagógica, partindo da experimentação e da contextualização para a generalização dos conceitos.

Os resultados demonstram a ocorrência de divergências quanto aos conceitos fundamentais da química orgânica e, também, quanto à nomenclatura dos compostos orgânicos. Ocorrem situações em que um mesmo conceito é apresentado com diferentes enunciados, enquanto que outros são apresentados de forma contraditória. Quanto à nomenclatura, alguns livros demonstram atualização às recomendações da *IUPAC* – União Internacional de Química Pura e Aplicada – enquanto outros ainda mantêm a forma antiga de nomenclatura dos compostos orgânicos.

No quadro 7 são apresentadas algumas características físicas desses livros.

Quadro 7 – Livros didáticos analisados.

Nº	Volume	Total de páginas	páginas de Química Orgânica
01	3	344	344
02	Único	543	136
03	Único	591	89
04	3	352	352
05	3	152	152
06	Módulos	-	-
07	Único	576	147
08	3ª Série	382	382
09	Único	688	134
10	Único	720	218
11	Único	280	73
12	3	263	263
13	3	427	427
14	Único	742	158
15	3	176	176
16	3	478	478
17	Único	488	87
18	3	391	391
19	Único	488	101
20	Único	398	57

3.1 – Conceito de Química Orgânica

O conceito de Química Orgânica é apresentado com diversos enunciados. Em sua maioria, os textos definem a Química Orgânica como “a parte da Química que estuda os compostos do carbono” (ver quadro 8).

Embora os autores façam distinção entre compostos orgânicos e inorgânicos e expliquem a existência de compostos de transição (compostos que contêm carbono, mas são classificados como inorgânicos), somente nos livros 08, 10 e 16 contemplam este fato na definição.

Quadro 8 – Conceitos de Química Orgânica.

Livro (página)	Conceito de Química Orgânica
04 (13), 07 (430), 11 (106), 13 (4), 17 (393), 19 (319)	<i>“É a parte da Química que estuda os compostos do carbono”.</i>
08 (16)	<i>“... estuda a imensa maioria dos compostos do carbono”.</i>
09 (535)	<i>“... Química do Carbono...”</i>
10 (496)	<i>“é a parte da Química que estuda praticamente todos os compostos do carbono”.</i>
12 (5)	<i>“é o ramo da Química que estuda os compostos que contêm carbono”.</i>
14 (224)	<i>“...o ramo da Química que estuda os compostos que contêm átomos do elemento químico carbono”.</i>
15 (9)	<i>“... ramo da Química que estuda os compostos do elemento carbono, denominados compostos orgânicos”.</i>
16 (15)	<i>“... ramo da Química que estuda os compostos do elemento carbono com propriedades características”.</i>
18 (13)	<i>“... ramo da Química que estuda os compostos do elemento carbono”.</i>

3.2 – Número de compostos orgânicos conhecidos

Enquanto alguns textos dos livros não fazem referência ao número de compostos orgânicos conhecidos, os demais apresentam números diferentes para

os mesmos: mais de 2 milhões (livro 14, p. 226), cerca de 7 milhões (livro 10, p. 449), mais de 10 milhões (livro 2, p. 376), 16 milhões (livro 16, p. 14) e 18 milhões (livro 13, p. 7). Já o texto do livro 09 (p. 534) afirma que, conforme o *Chemical Abstracts*, são conhecidos atualmente cerca de “20 milhões de substâncias de qualquer espécie, sendo que os compostos orgânicos representam mais de 95% desse total”. Esse último fundamenta sua afirmação em fonte fidedigna. Portanto, sugere que o número de compostos orgânicos conhecidos é de cerca de 19 milhões.

3.3 – Carbono primário

Ao classificar os átomos de carbono, há contradições quanto ao conceito de carbono primário. Para a maioria dos autores, é considerado carbono primário aquele ligado a apenas um outro átomo de carbono.

No entanto, para fazer a classificação dos átomos de carbono do éter dimetílico (*figura 1*) e do metano (*figura 2*), por exemplo, segundo este conceito, nenhum desses átomos de carbono pode ser considerado primário.

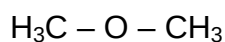


Figura 1 – éter dimetílico

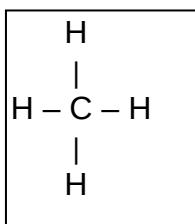


Figura 2 – metano

O texto do livro 07 (p. 432) afirma que “um átomo de carbono que não se une a nenhum átomo de carbono ... é conhecido como nulário”. Este termo de “carbono nulário” também é usado no livro 08 (p. 21). Neste caso, os átomos de carbono das figuras 1 e 2 são nulários.

Segundo os textos dos livros 09 (p. 537) e 16 (p. 50), o carbono primário está “ligado diretamente a, no máximo, um átomo de carbono”. Neste caso, os átomos de carbono das figuras 1 e 2 são classificados como primários. O texto do livro 02 (p.

384) afirma que carbonos primários “são os átomos extremos da cadeia”. Neste caso, o átomo do metano não pode ser classificado como primário.

Segundo o texto do livro 10 (p. 500), a classificação do carbono em primário, secundário, terciário e quaternário é restrita aos carbonos sp^3 , em contradição ao livro 18 (p. 16), onde o texto afirma que para essa classificação não importa “o tipo de ligação que estabelecem entre si”.

3.4 – Cadeia ramificada e cadeia mista

Para a maioria dos autores, a cadeia ramificada deve ter ao menos um carbono terciário ou quaternário. Neste caso, a cadeia carbônica da trimetilamina (figura 3) não pode ser considerada ramificada.

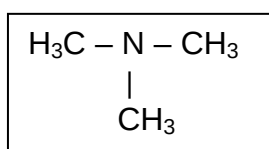


Figura 3 – trimetilamina

Conforme o texto do livro 16 (p. 52), a cadeia ramificada “apresenta no mínimo três extremidades livres”, e o livro 17 (p. 395), que considera a cadeia ramificada quando “apresenta três ou mais extremidades, ou uma parte formando ciclo e uma ou mais ramificações”, a trimetilamina apresenta cadeia ramificada.

Porém, este conceito se confunde com o de cadeia mista. O texto do livro 02 (p. 385), considera a cadeia mista quando “os átomos se ligam entre si de modo a terem extremidades livres e também formarem ciclo”. Já no livro 01 (p. 37), é considerada “cadeia mista quando apresenta pelo menos um carbono fora da cadeia cíclica”. O texto do livro 17 (p. 396) afirma que a cadeia é mista quando “apresenta pelo menos um ciclo de carbonos e uma ramificação”. O livro 18 (p. 24) considera cadeia mista ou acíclica ramificada quando “possui uma porção aberta e uma fechada”. O texto do livro 04 (p. 31) afirma que a cadeia é mista “quando há uma cadeia aberta ligada a uma cadeia fechada”. Pode-se observar que as cadeias carbônicas do *m*-xileno (figura 4) e do propilciclopentano (figura 5), para alguns autores são mistas e para outros, cíclicas e ramificadas.

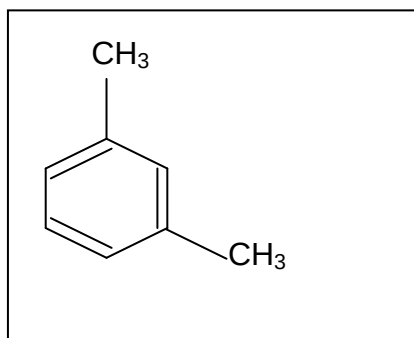


Figura 4 – m-xileno.

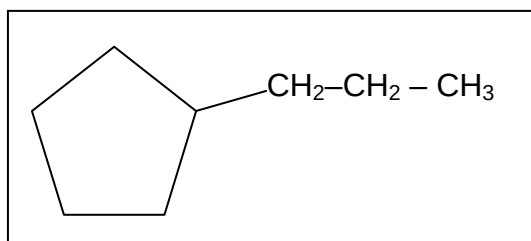


Figura 5 – propilciclopentano

No texto do livro 19 (p. 323) as cadeias ramificadas também são chamadas de “arborescentes”.

3.5 – Classificação dos compostos orgânicos

Os textos dos livros 07 (P. 434), 08 (p. 24-25 e 10 (p. 500) trazem uma classificação dos compostos orgânicos em **alifáticos** – de cadeia acíclica ou cíclica não aromática, **aromáticos** – com pelo menos um núcleo aromático, e **heterocíclicos** – com cadeia heterocíclica. Os demais autores não fazem referência a essa classificação. Segundo essa classificação, o hexano (fig. 6) e ciclo-hexanol (fig. 7) são alifáticos, o benzeno (fig. 8) e a anfetamina (fig. 9) são aromáticos, a cafeína e o indol são heterocíclicos.

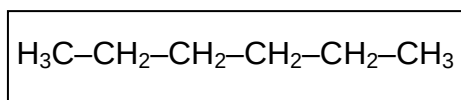


Figura 6 – hexano

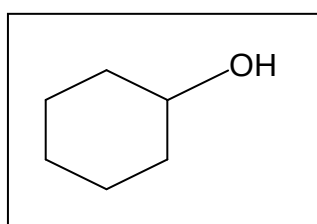


Figura 7 – ciclo-hexanol

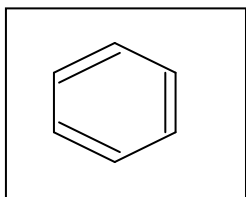


Figura 8 – benzeno

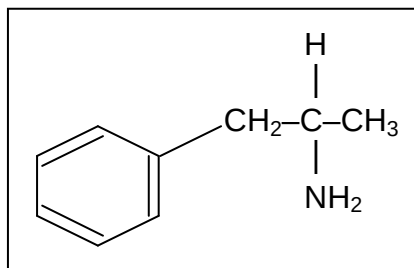


Figura 9 – anfetamina

3.6 – Heteroátomo

Enquanto o texto do livro 18 (p. 18) se refere ao heteroátomo como “*um átomo diferente do carbono, mas localizado entre eles*”, o do livro 12 (p. 8) considera heteroátomo “*qualquer átomo em uma molécula orgânica que não seja de carbono ou de hidrogênio*”, mesmo não fazendo parte da cadeia carbônica. Já o texto do livro 01 (p. 34) enfatiza que “*átomos de oxigênio, nitrogênio, fósforo e enxofre, que formam várias ligações covalentes, podem ser heteroátomos ou não, dependendo da maneira como são ligados na estrutura da molécula*”. Segundo o texto do livro 8, na molécula de cloral (figura 10) tem 5 heteroátomos e nos textos dos demais autores, nenhum.

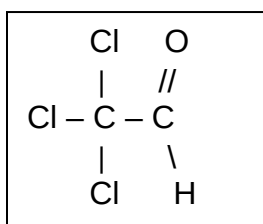
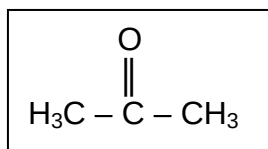


Figura 10 – cloral.

3.7 – Nomenclatura oficial

É considerada oficial qualquer nomenclatura reconhecida pela IUPAC. As principais formas de nomenclatura dos compostos orgânicos são: nomenclatura

sistemática, trivial e classe funcional³⁸. Dessa forma, um composto pode ter vários nomes oficiais, mas apenas uma fórmula estrutural. A figura 11 mostra um exemplo dessas nomenclaturas.



Nome sistemático: propanona

Nome trivial: acetona

Nome de classe funcional: cetona dimetílica

Figura 11 – Nomenclaturas oficiais.

O quadro 9 mostra as diversas denominações usadas para as formas de nomenclatura, comparando-as com a recomendação da IUPAC.

Quadro 9 – Formas de nomenclatura

IUPAC	Sistemática	Trivial	Classe funcional
Livro 01	Iupac/ oficial	Usual	Usual
Livro 02	Oficial	Particular, usual	Não-oficial , usual
Livro 03	Oficial / Iupac	Comercial / usual	Usual
Livro 04	Oficial / Iupac	Particular	Usual
Livro 07	Oficial	Usual	Usual
Livro 08	Oficial	Comercial	Usual
Livro 09	Oficial / IUPAC	Popular	Popular
Livro 11	IUPAC	Usual / particular	Usual
Livro 12	IUPAC / sistemática	Trivial	Usual / de classe funcional
Livro 13	IUPAC	Antigas/particular/ usual	Comum
Livro 18	Oficial	Tradicional	Tradicional

Nos textos didáticos analisados verificam-se discordâncias tanto na denominação das formas de nomenclatura quanto na aplicação das regras da IUPAC, estabelecidas em 1993. Alguns livros, como o livro 16 (p. 65) fazem

³⁸ A IUPAC reconhece vários outros tipos de nomenclatura (nome aditivo, conjuntivo, de associações, de permuta, *Hantz-Widman*, subtrativo, de fusão, permutativo, de ligação, semi-sistemático ou semi-trivial), mas no nível de Ensino Médio, costuma-se trabalhar somente os nomes sistemático, trivial e de classe funcional.

referência ao *Guia Iupac para nomenclatura de compostos orgânicos*³ para fundamentar as regras de nomenclatura usadas. Observa-se que IUPAC, por ser uma sigla, sempre deve ser escrita com letras maiúsculas. O quadro 9 mostra que essa sigla é escrita de forma imprópria nos livros 01, 03 e 04.

Veja no quadro 9 que o termo “sistemática” é citado somente em um dos livros. Geralmente, a nomenclatura sistemática é confundida com “oficial” ou IUPAC. A nomenclatura trivial geralmente é confundida como nomenclatura usual, comercial, particular, antiga, particular ou tradicional. A nomenclatura de classe funcional é citada como usual, não-oficial, popular, comum ou tradicional.

Merece destaque o livro 12, que traz os termos atualizados para nomenclatura, embora ainda faça confusão entre “sistemática” e “IUPAC” e entre “usual” e “de classe funcional”. Este livro apresenta, nas páginas 53 e 54, textos para “*nomenclatura trivial de ácidos carboxílicos e aldeídos*” e “*nomenclatura de classe funcional para álcoois e cetonas*”, seguindo as recomendações da IUPAC para estas nomenclaturas.

Salientamos que a nomenclatura trivial se estende a muitos compostos. O nome “benzeno”, amplamente usado em Química Orgânica, é o nome trivial de “ciclo-hexa-1,3,5-trieno”. Outros exemplos de nomes triviais: clorofórmio, aspirina, cafeína, tolueno, naftaleno, formaldeído e glicerol.

A nomenclatura de classe funcional também se estende para outras funções orgânicas, além dos álcoois e cetonas. São exemplos de nomes de classe funcional: anidrido etanóico, cloreto de etila, metilamina, cianeto de propila e iodeto de butanoíla.

A nomenclatura de Kolbe, antigamente usada na nomenclatura de álcoois, não é reconhecida pela IUPAC. A maioria dos livros já não apresenta mais esta nomenclatura, exceto os textos dos livros 04 (p. 124), 08 (p. 107), 16 (p. 14) e 18 (p. 57).

3.7.1 – Nomenclatura sistemática

Segundo as recomendações da IUPAC:

O processo de designação sistemática de um composto orgânico começa geralmente pela identificação e designação de uma estrutura

parental. Este nome pode em seguida ser modificado por prefixos, infixos e no caso de um hidreto parental, por sufixos que indicam com precisão as modificações estruturais necessárias para gerar o composto a designar a partir da estrutura parental (FERNANDES *et alii*, 2002, p.18).

Assim, a nomenclatura sistemática consiste no uso de prefixo + infixo + sufixo (+ localizadores e precedida dos grupos ligantes, se for o caso), onde cada parte do nome se refere à estrutura do composto. Esta é a forma de nomenclatura que, geralmente, é citada como “oficial” ou “IUPAC”.

O quadro 10 mostra como é apresentada esta regra (embora não usando o termo “nomenclatura sistemática”) em comparação com a recomendação da IUPAC.

Quadro 10 – Nomenclatura sistemática

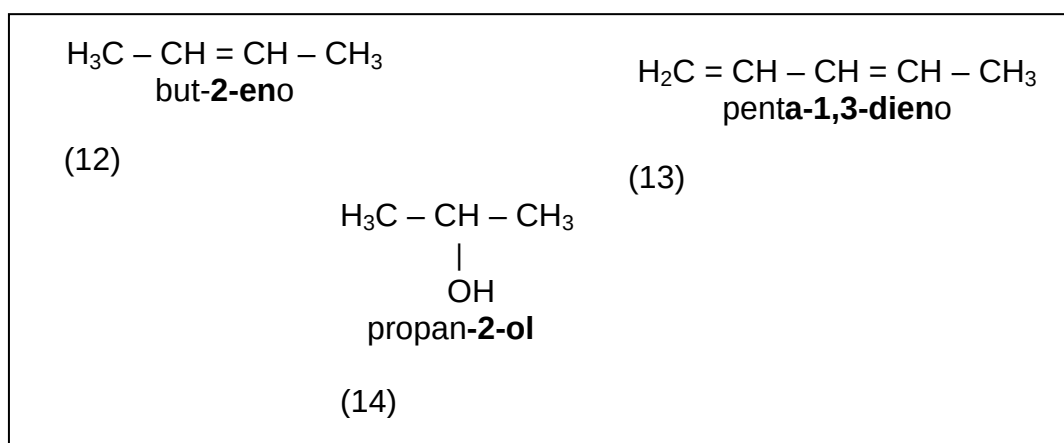
IUPAC	Prefixo	Infixo	Sufixo
Livro 01 (p.53)	Prefixo	Parte intermediária	Sufixo
Livro 02 (p. 396)	Prefixo	Infixo	Sufixo
Livro 03 (p.570)	Prefixo	Infixo	Sufixo
Livro 04 (p.41)	Raiz	Saturação	Terminação
Livro 07 (p.437)	Prefixo numérico	Meio (infixo)	Terminação (sufixo)
Livro 08 (p.320)	Prefixo	Infixo	Sufixo
Livro 09 (p.564)	Prefixo	Tipo de ligação	Sufixo
Livro 10 (p. 505-506)	Prefixo	Infixo	Sufixo
Livro 11 (p. 114)	Raiz	Meio	Sufixo
Livro 12 (p. 27)	Prefixo	Infixo	Sufixo
Livro 15 (27)	Prefixo	Intermediário	Sufixo
Livro 16 (65)	Prefixo	Partícula intermediária	Sufixo
Livro 17 (401)	Prefixo	Parte intermediária	Terminação (ou sufixo)
Livro 18 (29)	Prefixo	Infixo	Terminação
Livro 19 (331)	Prefixo	Intermediário	Sufixo

Os termos usados para prefixo – infixo – sufixo são trocados, em vários textos, por outros termos: raiz, meio, partícula intermediária, terminação, entre outras. Salientamos que o termo “partícula”, usado no livro 15, é impróprio, pois

“partícula”, em Química, significa uma parte muito pequena, geralmente atribuída aos prótons, elétrons e nêutrons que formam o átomo (partículas subatômicas).

3.7.1.1 – Localizadores

Segundo as recomendações da IUPAC, “os *localizadores (números e/ou letras)* são colocados imediatamente antes da parte do nome com eles relacionada” (FERNANDES *et alii*, 2002, p. 1). Os localizadores são separados por hífen do nome e, no caso de dois ou mais localizadores juntos, são separados com vírgula. As figuras 12, 13 e 14 mostram alguns exemplos da aplicação dessa recomendação em nomes sistemáticos.



Figuras 12, 13 e 14 – Uso dos localizadores

Embora essa recomendação seja rigorosamente observada em vários livros, observou-se que os textos dos livros 03 (p. 571 e seguintes), 04 (p. 58 e seguintes), 11 (p. 125 e seguintes), 15 (p. 29 e seguintes), 17 (p. 404 e seguintes), 18 (p. 33 e seguintes), 19 (p. 332 e seguintes), 20 (p. 360 e seguintes) não fizeram a respectiva atualização. No livro 01, são usados vários exemplos com as duas formas, a antiga e a atualizada, com predominância da antiga. Exemplos: “2-buteno ou but-2-eno” (p. 55), “1,2-propanodiol ou propano-1,2-diol” (p. 69), “2-propen-1-ol (álcool alílico)” (p. 69). No mesmo livro (p. 91) é feita comparação entre “normas tradicionais” e

“*normas Iupac 2002*” para essa diferença no uso de localizadores e do hífen. Da mesma forma, o texto do livro 02 usa as formas antiga e atualizada em diversos exemplos.

Já no texto do livro 07 (p. 439), embora a recomendação para os localizadores seja observada na maioria das situações, ocorre o nome “*pent-1,3-dieno*”, enquanto o recomendado é “*penta-1,3-dieno*”. Da mesma forma, o texto do livro 08 (p. 35) dá os nomes “*but-1,3-dieno*” e “*propan-1,3-dial*”. Também os textos dos livros 08 (p. 71) e 10 (p. 507) suprimem o “a” nos nomes de alcadienos. Observamos que, em diácidos, diamidas, dialdeídos e dinitrilas, os localizadores para o grupo funcional são dispensados, já que não há alternativas: o grupo funcional sempre se localiza na extremidade.

3.7.1.2 – Hífen

Segundo a recomendação da IUPAC, os hífen separam:

(a) os localizadores das palavras ou das sílabas de um nome; (b) os localizadores adjacentes referentes a diferentes partes do nome (mas devem ser preferencialmente inseridos entre parêntesis); (c) as duas partes da designação de um local de fusão primário no nome de um sistema de anéis fundidos; (d) um estereodescritor e o nome (FERNANDES *et alii*, 2002, p.2).

Na nomenclatura sistemática, os hífen são usados para separar localizadores de nomes e os ligantes ou grupos ligantes entre si. O último ligantes antes da cadeia principal é escrito com hífen somente se o nome da cadeia principal iniciar com h (hex, hept). Alguns textos elidem o “h” e o hífen, apesar da IUPAC não apresentar essa recomendação (ver página 58). Também é usado o hífen para separar vogais repetidas como “iso-octano” e “di-iodo”, por exemplo.

O texto do livro 11 (p. 36) traz uma explicação detalhada sobre o uso do hífen, de acordo com as normas da IUPAC, mas resolve, para fins didáticos, manter a regra anterior, isto é, colocar sempre o hífen entre o nome do último ligante e da cadeia principal. Acreditamos que tal procedimento pode induzir a algum “vício” nos alunos do Ensino Médio, conforme observado por José Rodrigues (ver p. 15).

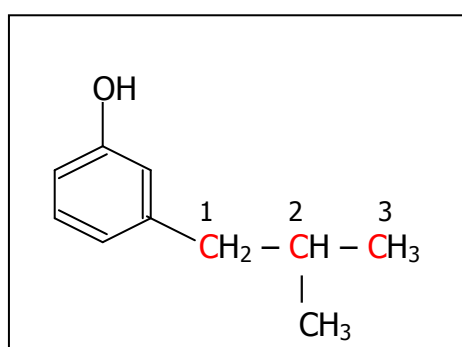
3.7.1.3 – Ligantes, grupos ligantes, substituintes, ramificações ou radicais

Existem divergências quanto ao emprego desses termos. O termo recomendado pela IUPAC é “*substituintes*” ou “*grupos substituintes de hidretos parentais*” (FERNANDES *et alii*, 2002, p. 13). Nos textos dos livros analisados, esses grupos são denominados: no livro 01 - “*grupos orgânicos*” (p. 57 e seguintes) e “*ramificações*” (p. 68); no livro 12 (p. 35), “*grupos orgânicos substituintes*”.

Nos livros 03 (p. 572 e seguintes), 04 (p. 43 e seguintes), 07 (p. 438 e seguintes) e 11 (p. 120 e seguintes) ainda conserva o termo “*radicais*”, termo este já em desuso. No livro 19 (p. 335) trata-os como “*radicais*” ou “*grupos radicais*”.

Alguns autores, como no livro 02 (p. 405) e outros mantêm o prefixo “n” para “normal” (como *n-propil* e *n-butil*), o qual foi abolido. Outros, como no livro 04 (p. 44) usam os termos *isopropil* e *sec-propil* para o mesmo grupo.

O texto do livro 02 (p. 405) traz como novidade as denominações “*metil-etil*” para isopropil, “*1-metil-propil*” para sec-butil, “*1,1-dimetil-etil*” para *terc*-butil e “*2-metil-propil*” para isobutil. Esta é uma alternativa para a denominação dos grupos orgânicos ramificados muito usada na nomenclatura de fármacos e defensivos agrícolas, que dispensa a memorização dos prefixos “*sec*”, “*terc*”, “*iso*” e “*neo*”. Neste caso, deve ser suprimido o último hífen como em *2-metilpropil* e no nome do composto, deve estar entre parênteses, como na figura 15:



Nome sistemático:
3-(2-metilpropil)benzenol

Figura 15 – Alternativa para nomenclatura de ligantes ramificados

3.7.1.4 – Fenóis e aminas

Observou-se grande variação de nomes para fenóis nos textos dos livros analisados. As figuras 16, 17 e 18 mostram que um mesmo composto apresenta vários nomes diferentes. Em vários livros, “fenol” é usado tanto para a função como para o composto (figura 16); “ácido fênico” e “ácido carbólico” são nomes triviais. O nome sistemático mais adequado para o composto da figura 16 é “benzenol”; da figura 17, “benzeno-1,2-diol” e da figura 18, “3-metilbenzenol”. O nome “3-metilfenol” (fig. 18) é muito usado na nomenclatura de fármacos e agrotóxicos. O nome “benzenol” foi usado nos livros 02 (p. 418), 12 (p. 55), 16 (p. 149) e 18 (p. 58).

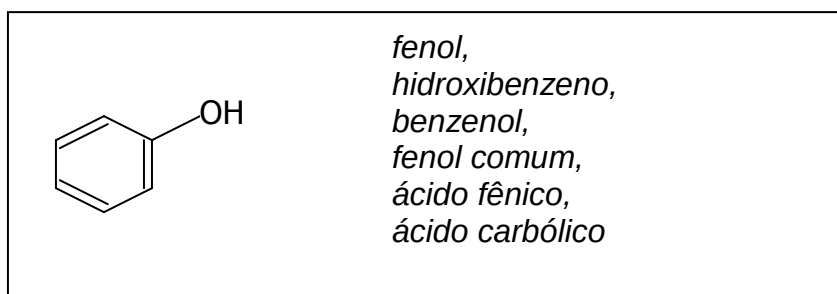


Figura 16 – Variação de nomes do fenol.

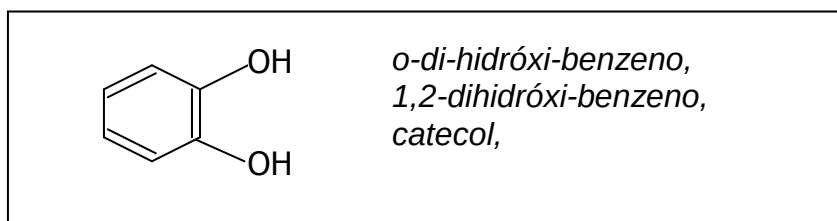


Figura 17 – Variação de nomes do benzeno-1,2-diol.

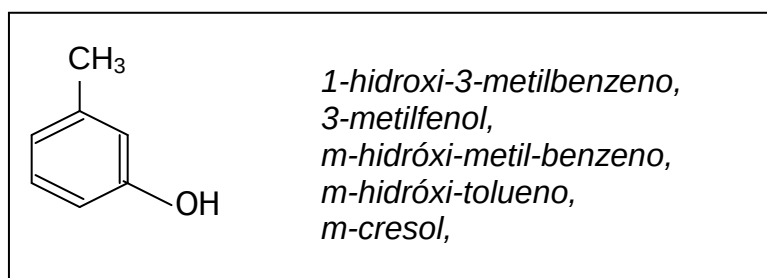
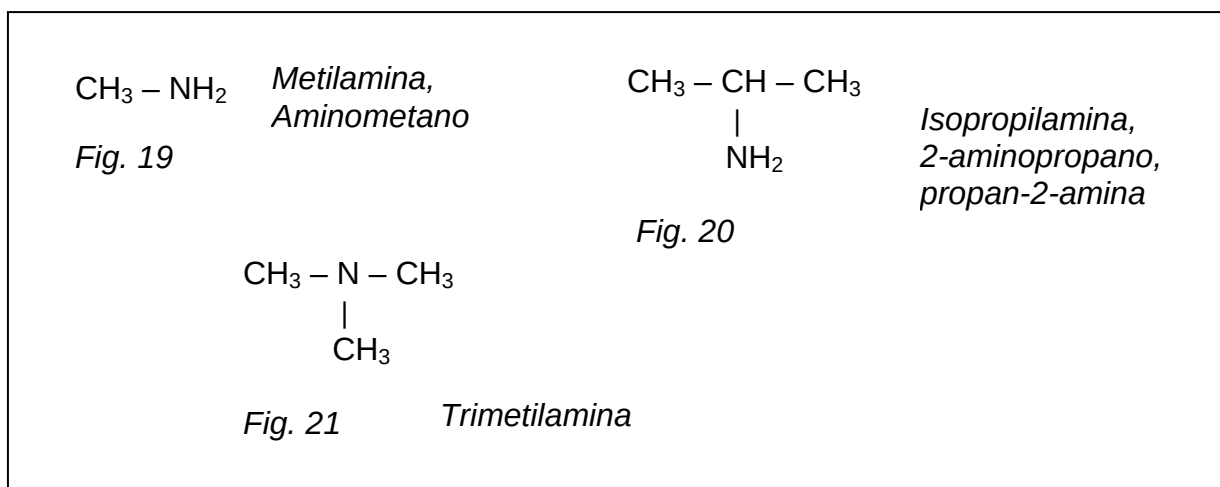


Figura 18 – Variação de nomes para o 3-metilbenzenol.

Quanto às aminas, prevalece a nomenclatura classe funcional (metilamina, isopropilamina e trimetilamina são nomes de classe funcional). As figuras 19, 20 e 21 mostram que há pouca variação na nomenclatura das aminas. Segundo as recomendações da IUPAC, os nomes sistemáticos para os respectivos compostos das figuras 19, 20 e 21 são: “*metanamina*”, “*propan-2-amina*” e “*N,N-dimetilmetanamina*”. O nome “*propan-2-amina*” ocorre nos livros 12 (p. 61) e 16 (p. 175). Os nomes “aminometano” e “2-aminopropano” são inadequados, pois o prefixo “amino” é usado em funções múltiplas quando a função amina é secundária.



Figuras 19, 20 e 21 – Nomes de aminas usados nos textos

3.7.1.5 – Flúoro

Em haletos orgânicos, o halogênio F (flúor) quando substituinte, segundo as recomendações da IUPAC, é denominado por “*fluoro*”. Esta recomendação é observada no livro 01 (p. 85-86). Poucos livros trazem exemplos de nomenclatura sistemática de compostos com flúor. Com denominação inadequada (“*flúor*”) aparece nos textos dos livros 13 (p. 126), 10 (p. 527), 11 (p. 125), 16 (p. 187) e 19 (p. 360).

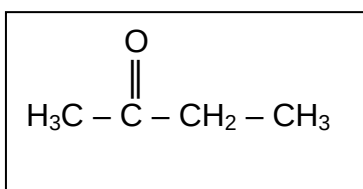
3.7.2 – Nomenclatura de classe funcional

Conforme as recomendações da IUPAC, o nome de classe funcional é:

Nome constituído pela designação dum grupo característico que define uma dada classe funcional, escrita numa palavra separada, seguida do nome da estrutura parental ou de um nome derivado de uma estrutura parental. No último caso, quando este nome derivado é o nome dum grupo substituinte) antigamente denominado “radical”), o método era designado por “nomenclatura radicofuncional” (FERNANDES *et alii*, 2002, p.14).

A nomenclatura de classe funcional em questão é aplicada para álcoois, éteres, cetonas, anidridos de ácidos e haletos orgânicos.

A figura 22 mostra a evolução da nomenclatura de classe funcional das cetonas. Observa-se que, primeiramente, os nomes dos grupos eram citados pela ordem crescente de complexidade. Mais tarde, passou-se a observar a ordem alfabética.



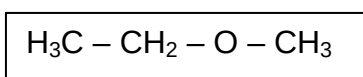
Antiga: metil etil cetona, etil metil cetona

Atual: cetona etílica e metílica

Figura 22 – Nomenclatura de classe funcional para a butanona.

Essa recomendação é atendida em vários textos dos livros analisados (livros 02, 12, 14 e 16). Porém, esta forma de nomenclatura é confundida com usual, popular, comum ou tradicional, como pode ser observado no quadro 9.

Da mesma forma, houve alteração na nomenclatura de classe funcional dos éteres, como mostra a figura 23.



Antiga: metil etil éter, etil metil éter

Atual: éter etílico e metílico

Figura 23 – Nomenclatura de classe funcional para metoxietano.

A recomendação para nomenclatura de classe funcional de éteres é seguida corretamente (embora não usando o termo adequado) em vários livros, a saber: 02, 12, 14 e 16.

3.7.3 – Álcoois complexos

Lê-se no texto do livro 13 (p. 71) “em moléculas mais complicadas, a nomenclatura IUPAC considera a oxidrila como sendo ramificação, chamada *hidróxi*”. Segundo o autor, o nome do composto da figura 24 é “3-cloro-1-fenil-2-hidróxi-butano”.

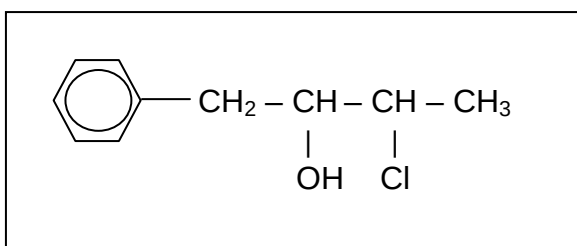
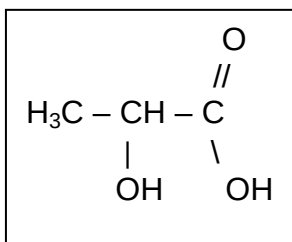


Figura 24 – Álcool complexo

Neste caso, trata-se de um composto de função mista, onde a função principal é o álcool. O nome sistemático é “3-cloro-1-fenilbutan-2-ol”. Segundo a nomenclatura sistemática, só é usado o prefixo “*hidróxi*” em compostos de função mista onde a função álcool ou fenol é secundária, como na figura 25:



Função principal: ácido carboxílico

Função secundária: álcool

Nome sistemático: ácido 2-hidroxipropanóico

Nome trivial: ácido láctico

Figura 25 – Uso do prefixo “*hidróxi*”.

3.7.4 – Colchetes

Outra recomendação da IUPAC é o uso de colchetes “para indicar a repetição de grupos numa cadeia” (FERNANDES *et alii*, 2002, p. 7) em fórmulas estruturais como nas figuras 26 e 27. Esta recomendação é muito usada em polímeros e em compostos de cadeia carbônica longa; porém, quase todos os livros mantêm os

parênteses como sinal de repetência. Uma das raras ocorrências do uso de colchetes é observada no texto do livro 02 (p. 482).

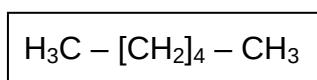


Figura 26 – hexano

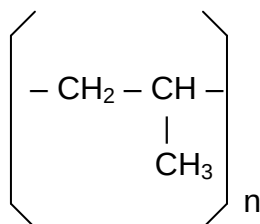


Figura 27 – polipropileno

3.7.5 – Funções mistas e heterociclos

Ainda sobre a nomenclatura sistemática, os livros pouco trabalham as funções mistas, apesar da importância desses compostos para a contextualização no ensino de Química Orgânica. Os livros 02 (p. 436) e 13 (p. 135-136) apresentam a ordem de prioridade dos grupos funcionais, suas denominações como sufixos e como ligantes e trazem alguns exemplos com a respectiva nomenclatura sistemática e trivial. O texto do livro 04 (p. 171-172) apresenta a ordem de prioridades e alguns exemplos, sem fazer a nomenclatura sistemática (trazendo apenas os nomes triviais). O texto do livro 08 (p. 136-138) apresenta vários exemplos com os respectivos nomes triviais, funções e ocorrência. O texto do livro 11 (p. 143) traz dois exemplos, um com nome trivial e outro, com nome sistemático. Já o texto do livro 16 (p. 198-207) dedica espaço considerável para a identificação e nomenclatura sistemática das funções mistas. O texto do livro 18 (p. 89-91) traz vários exemplos de nomenclatura “oficial” de funções mistas, apresentando a respectiva ordem de prioridades.

Poucos livros fazem referência sobre a importância dos heterociclos e sua nomenclatura. O livro 13 (p. 133) traz dois exemplos com os respectivos nomes triviais. O livro 10 (p. 588-589) exibe vários exemplos de heterociclos pentagonais, hexagonais e as fusões pentágono/benzeno e hexágono/benzeno.

3.8 – Isomeria

A terminologia atualizada para a isomeria é encontrada em várias fontes como, por exemplo, Barbosa (2003), Solomons (2001) e Both (2005). Segundo essas fontes, a isomeria plana é tratada como “*isomeria constitucional*” ou “*estrutural*”; a isomeria espacial é designada por “*estereoisomeria*”; a isomeria geométrica é denominada “*cis-trans*” e a isomeria óptica é designada por “*estereoisomeria com carbono assimétrico*”. Na isomeria constitucional tanto a metameria como a isomeria de posição são abordadas apenas como “posicional”. A tautomeria é considerada como uma forma de isomeria dinâmica. Os estereoisômeros são classificados em “*diastereoisômeros*” e “*enantiômeros*”, tanto na estereoisomeria *cis-trans* como na estereoisomeria com carbono assimétrico.

Quanto à especificação estereoquímica, a IUPAC recomenda:

O arranjo espacial de um composto orgânico é indicado sistematicamente por um ou mais afixos adicionados a um nome, o qual por si só não descreve a configuração estereoquímica. Estes afixos são geralmente denominados elementos estereodescritores e não modificam o nome ou a numeração de um composto (...). Assim, os estereoisômeros, tais como os enantiômeros e os isômeros *cis-trans*, têm nomes que diferem apenas nos elementos estereodescritores utilizados. Pelo contrário, alguns nomes triviais especificam já a configuração estereoquímica, por exemplo, o ácido fumárico e o colesterol (FERNANDES *et alii*, 2002, p. 149).

Na estereoisomeria *cis-trans*, quando há mais de dois ligantes aos carbonos da dupla ligação ou do ciclo, usa-se os prefixos *Z – E* [do alemão: *Z = Zusammen* (juntos) e *E = Entgegen* (opostos)], e quando há carbono assimétrico, usa-se os prefixos *R – S* [do latim *R = Rectum* (direito) e *S = Sinistrum* (esquerdo)]. Tanto a nomenclatura *Z - E* como a *R - S* fazem parte da nomenclatura CIP – Cahn, Ingold e Prelog. Os estereodescritores para desvio de luz polarizada são (+) e (-), e não mais *d* e *l*. Usa-se, também, o termo “*carbono assimétrico*” ou “*centro quiral*” para o carbono com quatro ligantes diferentes (não existe carbono quiral, mas, sim, moléculas quirais).

O quadro 11 mostra como são empregados em vários livros os termos para isomeria, comparando-os com as recomendações da IUPAC.

Quadro 11 – Termos usados para isomeria

IUPAC	Isomeria constitucional	Estereoisomeria	Estereoisomeria <i>cis-trans</i>	Estereoisomeria com carbono assimétrico
Livro 01 (p.114-130)	Isomeria plana ou constitucional	Isomeria espacial ou estereoisomeria	Cis-trans ou isomeria geométrica	Isomeria óptica
Livro 02 (p.440-453)	Isomeria plana	Isomeria espacial	Isomeria geométrica	Isomeria óptica
Livro 04 (181-195)	Isômeros planos	Isômeros espaciais	Geométricos ou cis-trans	Ópticos
Livro 07 (483-496)	Isomeria plana	Isomeria espacial (estereoisomeria)	Geométrica	Isomeria óptica
Livro 08 (158-187)	Isomeria plana	Isomeria espacial (estereoisomeria)	Geométrica	Isomeria óptica
Livro 09 (573-586)	Isomeria plana	Isomeria espacial	Geométrica	Isomeria óptica
Livro 12 (94-110)	Isomeria constitucional	Isômeros espaciais (estereoisômeros)	Isômeros geométricos (ou cis-trans)	Isômeros ópticos
Livro 13 (175-194)	Isomeria plana	Isomeria espacial ou estereoisomeria	Cis-trans (ou geométrica)	Isomeria óptica
Livro 15 (82-94)	Isomeria plana	Isomeria espacial	Isomeria geométrica ou cis-trans	Isomeria óptica
Livro 17 (442-447)	Isomeria plana	Isomeria espacial ou estereoisomeria	Geométrica ou cis-trans	Isomeria óptica
Livro 18 (117-144)	Isomeria plana ou estrutural	Isomeria espacial ou estereoisomeria	Isomeria geométrica	Isomeria óptica

Observa-se que em quase todos os textos dos livros são conservados os termos antigos para isomeria. No entanto, algumas atualizações podem ser observadas. O livro 11 (p. 145-149) traz como novidade o termo “*isômeros constitucionais*” em vez de isômeros planos, porém mantendo a distinção entre isômeros de posição e de compensação.

O texto do livro 08 (p. 157) usa o termo “*desmotropia*” como sinônimo de tautomeria. Os livros 17 (p. 444) e 10 (p. 592) consideram a tautomeria como

“*isomeria dinâmica*”. O livro 01 usa o termo “*carbono quiral*” ou “*centro de quiralidade*”. Os livros 15 (p. 601), 16 (p. 249), 17 (p. 446), 19 (p. 371) tratam carbono assimétrico como sinônimo de quiral.

O texto do livro 09 (p. 578-579) apresenta importantes informações sobre a nomenclatura *E – Z* para estereoisômeros *cis-trans* quando apresentam mais de dois grupos diferentes ligados aos carbonos da dupla ligação. O livro 10 (p. 594-596) faz uma diferenciação entre “*isomeria geométrica*” e “*isomeria E – Z*”, acompanhado de vários exemplos.

Já no texto do livro 16 (p. 238) é apresentada a recomendação da IUPAC a respeito da nomenclatura *E – Z* e dá alguns exemplos sobre a aplicação desses prefixos. Da mesma forma, apresenta a nova forma para a nomenclatura dos “isômeros ópticos” substituindo os indicadores *d* e *l* pelos estereodescritores *R* e *S* (p. 261-262).

O livro 20 (p. 352-353) traz a orientação espacial de algumas fórmulas, usando cunhas hachuradas (“*linha tracejada*”) e cunhas fechadas (“*linha mais grossa*”) para indicar se esses ligantes são orientados para frente ou para trás do plano.

3.9 – Os livros didáticos de Química Orgânica e os PCN

Embora vários autores tenham demonstrado esforço no sentido de adequar seus livros aos PCNEM, a maioria segue a ordenação tradicional dos conteúdos. Percebe-se o uso de textos específicos para contextualização dos conteúdos, valendo-se de recursos e truques gráficos para tornar os próprios livros mais atraentes para a clientela.

Os PCNEM promoveram um “enxugamento” nos conteúdos de Química Orgânica, trazendo-os, de certa forma, “pulverizados” em alguns temas estruturadores. No tema estruturador 7 – Química e litosfera – recomenda o “*uso do carvão, petróleo, gás natural e outros materiais como combustíveis e como fonte de materiais para a indústria carboquímica e petroquímica*” (BRASIL, 2002, p. 103); mas recomenda que:

O enfoque deste estudo está na compreensão das propriedades e usos dos materiais, devendo ser evitadas as classificações, memorização de nomenclaturas, símbolos e fórmulas esvaziadas de sentido (BRASIL, 2002, p. 103).

No tema estruturador 8 – Química e biosfera – é proposto o estudo dos compostos carbono desde sua composição, propriedades, funções, transformações e usos, sendo que *“neste contexto, a chamada Química Orgânica ganha outro significado, integrando conceitos e princípios gerais tratados em outros temas”* (BRASIL, 2002, p. 104). Neste contexto, entre outras, recomenda *“aplicar idéias sobre arranjos atômicos e moleculares para entender a formação de cadeias, ligações, funções orgânicas e isomeria”* (BRASIL, 2002, p. 105).

Observa-se que a recomendação para a abordagem da isomeria nos PCN está muito vaga, apesar da grande importância deste tema para a contextualização da Química Orgânica.

Entre os livros analisados, percebemos que vários autores já procuraram atualizar seus textos quanto às recomendações dos PCNEM, enquanto outros continuam a abordagem tradicional dos conteúdos e tratando a Química como uma disciplina estanque. Entre os autores, selecionamos cinco livros para análise dessas adequações, cuja relação é mostrada no quadro 12.

Quadro 12 – Alguns livros didáticos de Química para análise dos PCNEM com enfoque da Química Orgânica

Nº	TÍTULO	AUTOR(ES)	EDITORA	ANO
1	Química & Sociedade	SANTOS, Wildson Luiz Pereira Dos. MÓL, Gerson de Souza et al	Nova Geração	2006
2	Química para o Ensino Médio	MORTIMER, Eduardo Fleury. MACHADO, Andréa Horta	Scipione	2003
3	Química – Coleção Base	PERUZZO, Tito Miragaia. CANTO, Eduardo Leite do	Moderna	2005
4	Química – Volume 3	FELTRE, Ricardo	Moderna	2005
5	Universo da Química	BIANCHI ,José Carlos de Azambuja; ABRECHT, Carlos Henrique; MAIA, Daltamir Justino	FTD	2005

Nessa análise, mostramos a relação com os temas estruturadores, contextualização e interdisciplinaridade propostos e, também, sobre a abordagem da Química Orgânica.

O livro 1 traz o programa de Química dividido em nove unidades, correspondentes aos nove temas estruturadores dos PCNEM. O tema 9 – Modelos quânticos e propriedades químicas – corresponde ao último capítulo da obra. Em cada unidade é abordado um tema social para contextualizar o conhecimento químico. Nos textos, convida o aluno a pensar, debater, defender suas idéias, comparar suas idéias originais com os novos conhecimentos químicos que estão sendo introduzidos; propõe *atividades de ação e cidadania* levando o aluno a “*conhecer a sua comunidade e procurar alternativas para seus problemas*” (SANTOS et alii, 2006, p. 4).

O livro 1 traz os principais conceitos em destaque, mas alerta para não memorizar as fórmulas e conceitos, e sim, entender seu significado. As teorias científicas são descritas com o uso de modelos que procuram representar o mundo microscópico, que são alterados a medida que são aprofundados os conhecimentos. Por fim, propõe experimentos investigativos, levando à construção de tabelas e gráficos, aprender a observar e explicar o mundo que cerca o aluno. Para a realização dos experimentos, recomenda consulta prévia às normas de segurança apresentadas no final do livro e a orientação e supervisão do professor; recomenda o uso racional dos materiais para gerar o mínimo de resíduos. Os textos são seguidos de exercícios na forma de questionários e questões de vestibular. No final de cada unidade, são apresentados exercícios de revisão. No final do livro, além do gabarito das questões, faz recomendações de leitura e pesquisas na Internet. Quanto à apresentação gráfica, as ilustrações, fotos, gráficos e tabelas ocupam espaço considerável do livro. Os títulos e subtítulos são realçados em cores e tamanhos variados. A Química Orgânica é abordada nas unidades 3, 5 e 7. Na unidade 3 trata da fórmula estrutural e da ligação covalente, trazendo alguns conceitos e caracterização de compostos orgânicos e, ainda, fazendo a respectiva contextualização. Na unidade 5, ao tratar do petróleo, faz um histórico da Química Orgânica, o estudo das cadeias carbônicas, noções de isomeria constitucional e nomenclatura sistemática dos hidrocarbonetos. Na unidade 7 trata da classificação de substâncias orgânicas, as funções, regras de nomenclatura, indústria química e síntese orgânica. Os conteúdos são apresentados de forma contextualizada, as regras de nomenclatura estão atualizadas, porém, falta a abordagem da estereoisomeria.

O livro 2 traz alguns desdobramentos nos temas estruturadores dos PCNEM. O programa está dividido em dezesseis capítulos, fazendo a abordagem de todos os temas estruturadores, sendo que o tema 9 está incluído nos capítulos referentes

construção dos modelos. A obra está estruturada em torno dos três temas fundamentais – propriedades, constituição e transformações das substâncias e materiais. Estes três aspectos, embora intimamente relacionados, são apresentados de forma separada. Segundo os autores, isto facilita o entendimento da estrutura da Química. As propriedades das substâncias e dos materiais são trabalhadas nos três capítulos iniciais, complementadas no capítulo 14 – propriedades coligativas; a constituição das substâncias e materiais é apresentada nos dois capítulos seguintes e no capítulo nove; e as transformações das substâncias e materiais são tratadas nos capítulos 6, 7, 8, 10, 11, 12 e 13. Por fim, no capítulo 15, aborda a química dos fármacos, incluído a estrutura dos compostos orgânicos. Os capítulos são apresentados na forma de atividades, textos, projetos e questões de vestibular. As atividades levam à reflexão e debate de idéias; os textos são apresentados de forma contextualizada, com muitas ilustrações e fotos; os projetos visam a pesquisa, seleção e organização de informações do cotidiano, o entendimento do mundo que cerca os alunos. A Química Orgânica é apresentada de forma muito resumida; as regras de nomenclatura sistemática não são trabalhadas; no texto aparecem nomes sem a atualização das regras de nomenclatura, como “2-buteno” (p 352); há pequena abordagem da isomeria *cis-trans* e conceito de quiralidade, mostrando a configuração espacial do ácido láctico (p. 354) e as configurações do ciclo-hexano (p. 356), só que, neste caso, o termo correto é “conformações”. As propriedades dos compostos orgânicos são abordadas junto com os compostos inorgânicos em outros capítulos.

O livro 3 está organizado em oito unidades, divididas em capítulos, fazendo a abordagem tradicional dos conteúdos. Estes são nitidamente ordenados em química geral e inorgânica, físico-química e química orgânica. Mudam um pouco os títulos, mas o conteúdo permanece. Os conteúdos são permeados com pequenos textos de “ciência e tecnologia”, que trazem alguma contextualização. Quanto aos aspectos gráficos, são apresentadas ilustrações, fotos, esquemas, gráficos para auxiliar na abordagem dos conteúdos. Os textos apresentam a abordagem clássica dos conteúdos, alguns seguidos de atividades para aplicação e fixação dos conhecimentos. No final das unidades são apresentadas as atividades e exercícios complementares, incluindo questões de vestibular. As sugestões de experiências são muito raras. Apesar da atualização dos textos e conceitos de química, a estrutura da obra não segue as recomendações dos PCN: a Química é apresentada como uma disciplina estanque.

O livro 4 faz parte de uma coleção de três volumes, um para cada série do Ensino Médio, sendo o volume três destinado ao estudo da Química Orgânica, dividida em dezessete capítulos, com sua ordenação tradicional: introdução à Química Orgânica, hidrocarbonetos, funções orgânicas oxigenadas, funções orgânicas nitrogenadas, outras funções orgânicas, estrutura e propriedades físicas dos compostos orgânicos, isomeria em química orgânica, reações de substituição, reações de adição, reações de eliminação, o caráter ácido-base na química orgânica, a oxi-redução na química orgânica, outras reações na química orgânica, glicídios, lipídios, aminoácidos e proteínas, polímeros sintéticos. É um livro para ser adotado em escolas que têm uma carga horária elevada – ao menos três aulas semanais – para o ensino de química. Caracteriza-se pela articulação da teoria com os fatos do cotidiano e na diversificação dos exercícios. No final de cada tópica apresenta perguntas com a finalidade de revisar as principais idéias desenvolvidas na unidade. Nos capítulos, apresenta boxes com curiosidades e aplicações da Química, pequenas biografias de cientistas, sugestões de atividades práticas e leituras. As seções proporcionam alguma articulação com outras disciplinas da área, ou seja, a interdisciplinaridade, e alguma abordagem com os avanços tecnológicos. No entanto, esta obra não traz os textos adequados aos temas estruturadores e orientações curriculares propostos pelos PCNEM, como a contextualização dos conteúdos.

O livro 5 constitui um volume único, trazendo a ordenação dos conteúdos relacionados com os temas estruturadores propostos nos PCNEM, divididos em cinco unidades. A unidade 1 faz abordagem da matéria e energia, dividida em 4 capítulos: substâncias, energia, radioquímica e mol. A unidade 2 trata da teoria atômica e constituição da matéria, abordando os modelos atômicos e compostos inorgânicos. Na unidade 3 faz a abordagem dos recursos naturais envolvendo gases, reservas da crosta terrestre e tecnologia e soluções. Na unidade 4 apresenta o estudo da dinâmica das transformações químicas, abordando a termoquímica, cinética química, equilíbrio químico e eletroquímica. Por fim, a unidade 5 trata dos compostos orgânicos. Com o título “Evolução das moléculas” trata dos primórdios do carbono, trazendo a introdução da química orgânica, funções orgânicas, isomeria e propriedades dos compostos orgânicos. No capítulo 15 trata das reações orgânicas e, no capítulo 16, das “modernas moléculas orgânicas” como os polímeros e biomoléculas. Os textos são fundamentados a partir de grandes temas abordados pela Química, por situações práticas, percursos históricos e questões ambientais. Observa-se que o estudo do petróleo e do carvão é

apresentado na unidade 3, trazendo fórmulas e nomes de compostos orgânicos sem a abordagem das regras de nomenclatura.

3.10 – Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio – PNLEM

O Ministério de Educação instituiu, a partir de 2005, a distribuição de livros didáticos nas escolas públicas, iniciando com Língua Portuguesa e Matemática e, gradativamente, atingindo todos os componentes curriculares. Esse programa segue um cronograma de atendimento por regiões e componentes curriculares, sendo prevista a distribuição do livro de Química em todas as regiões a partir de 2008.

Em 2005 foi divulgado o edital de convocação para cadastramento, pré-inscrição e inscrição das obras concorrentes ao PNLEM/2007. A análise dos livros inscritos foi realizada por comissões de cada componente curricular, nomeadas especialmente para estas análises. Cada livro aprovado recebeu um texto individual direcionado aos professores, com a intenção de auxiliá-los no processo de escolha da obra a ser adotada. Os textos de recomendação dos livros didáticos constituem um único catálogo do PNLEM/2008 e contém a síntese das obras de Química avaliadas e aprovadas no processo de seleção. A distribuição desse catálogo nas escolas de Mato Grosso é ainda um processo recente.

Os títulos de Química recomendados pela comissão estão publicados na Portaria nº 366 do MEC, datada de 31 de janeiro de 2006, sendo os seguintes:

Química

Olímpio Salgado Nóbrega, Eduardo Roberto da Silva, Ruth Hashimoto da Silva
Ática – Volume Único

Universo da Química – Ensino Médio

José Carlos de Azambuja Bianchi, Carlos Henrique Abrecht, Daltamir Justino
Maia
FTD – Volume Único

Química

Ricardo Feltre
Moderna

Química na abordagem do cotidiano

Eduardo Leite do Canto, Francisco Miragaia Peruzzo
Moderna

Química e Sociedade

Wilson Luiz Pereira dos Santos (coord.),

Gerson de Souza Mol (coord.), Roseli Takako Matsunaga, Siland Meiry França Dib, Eliane Nilvana de Castro, Gentil de Souza Silva, Sandra Maria de Oliveira Santos, Salvia Barbosa Farias
Nova Geração

Química
Eduardo Fleury Mortimer
Andréa Horta Machado
Scipione – Volume Único

(Diário Oficial da União de 01/02/2006, páginas 19 e 20)

Esses títulos são distribuídos aos professores de Química de Ensino Médio das escolas públicas, proporcionando aos mesmos a participação na escolha do livro a ser adotado (PNLEM / 2008 – Química). Neste catálogo são apresentados os critérios comuns à avaliação de obras didáticas para o Ensino Médio, bem como as orientações para escolha e as resenhas dos livros aprovados no PNLEM. Nas resenhas é apresentada a síntese avaliativa, o sumário, a análise da obra e as recomendações ao professor. Contudo, consideramos importante salientar que os professores devem atentar-se para a leitura cuidadosa dessas recomendações no sentido de selecionar com a máxima seriedade o material de apoio à sua prática pedagógica.

Depois desta análise dos livros didáticos, apresentamos a segunda parte da pesquisa: o ensino de Química Orgânica em sala de aula, envolvendo os planejamentos, materiais didáticos e depoimentos dos professores.

CAPÍTULO 04 – O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NO ENSINO MÉDIO

“Quatro coisas deve o educador ter sempre em mente: os seus conhecimentos, a sua conduta, a sua integridade e a sua lealdade”.

(Textos Confucionistas)

A pesquisa do ensino de Química Orgânica em sala de aula envolve dois aspectos: análises dos planos de curso, apostilas e livros usados pelos professores; e análises das entrevistas com professores.

4.1 – Análise dos planos de curso e dos materiais didáticos

Paralelamente à coleta de dados sobre as escolas e os docentes, foi solicitado ao professor de Química o plano de curso para análise do conteúdo programático, metodologia, recursos didático-pedagógicos e avaliação.

Nas escolas públicas, o plano de curso foi disponibilizado pela coordenação ou pelos professores nas escolas 1, 3, 4, 5 e 8 do quadro 2, enquanto na escola 2 os professores ainda não tinham apresentado seus planos de curso para a coordenação e, por sua vez, não foi possível disponibilizarem para análise. Nessas escolas não é observado um padrão para a elaboração do documento. Cada escola apresenta uma formatação diferente do Plano de Curso.

Na escola 1 o plano de curso se resume à listagem do conteúdo programático de Química para as três séries do Ensino Médio, dividido em temas e subtemas por bimestre, e a listagem das competências e habilidades para o ensino de Química. Não constam identificação da escola, professor e ano letivo, nem a forma como os conteúdos serão trabalhados e avaliados. No entanto, por ter apresentado a listagem das competências e habilidades da disciplina de Química, pressupõe-se que os professores levaram em consideração as recomendações do MEC para o trabalho dos PCN.

A escola 3, segundo a coordenadora, elaborou o planejamento integrado da área de Ciências Naturais, da Matemática e suas Tecnologias, conforme recomendações dos PCN. O plano de curso disponibilizado apresenta a relação das habilidades e competências da área. São relacionados os recursos, metodologia, avaliação e conteúdos da disciplina de cada componente curricular da área. Os recursos envolvem filmes, régua, compasso, esquadro, retroprojetor, reagentes químicos e vidrarias. A metodologia envolve aulas expositivas; estudo individual ou em grupo; resolução de problemas; incentivo ao debate dos temas abordados em sala de aula; resolução em sala das atividades propostas; utilização de modelos, analogias e experimentação –

visto que a escola possui um laboratório móvel; pesquisa extra-classe de temas relacionados aos propostos, aulas de campo aos sábados. Segundo o plano de curso, a avaliação é diagnóstica e processual para o professor ter condições de acompanhar o desenvolvimento do educando. Essa avaliação consiste em: observar o desenvolvimento das atividades propostas; observar a participação do educando nos debates em sala de aula; atribuição de valores a pesquisas e outras atividades extra-classe; arguição oral; aplicação de avaliações de aprendizagem escritas (objetiva, subjetiva e mista). Percebe-se que a escola está seguindo as Orientações Curriculares do MEC para desenvolvimento dos PCN; porém, a listagem dos conteúdos recai na seqüência tradicional, não sendo organizados em temas estruturadores, sendo a Química Orgânica restrita ao terceiro ano.

O plano de curso da Escola 4 consiste na ordem seqüencial dos conteúdos por bimestre, metodologia e avaliação. Os conteúdos são apresentados na ordem tradicional, sem fazer referência aos temas estruturadores, nem às competências e habilidades. A metodologia consiste em aulas expositivas, utilizando-se de recursos didáticos como modelos atômicos moleculares, isopor, utilização de tabelas, filmes e listas de exercícios. São feitas avaliações escritas, trabalhos e seminários, atribuindo-se valores também para pontualidade e participação nas aulas.

Na escola 5, o plano de curso apresenta o conteúdo programático tradicional dividido em seis unidades. Em cada unidade é citado por coluna: objetivos específicos, organização seqüencial dos conteúdos, estratégias e avaliação. As unidades correspondem aos capítulos de um dos livros da bibliografia citada. As estratégias, em todas as unidades resumem-se em aulas expositivas. A avaliação, repetida em todas as unidades, consiste na participação e interesse, resolução de exercícios, atividades individuais e atividades em grupo.

Na escola 8 o plano de curso apresenta objetivos gerais e específicos, os conteúdos organizados por bimestre, metodologia e avaliação. A metodologia consiste em aula expositiva, quadro de giz e cartazes. A avaliação é escrita, oral, participação em sala e trabalhos avaliativos.

Segundo os planos de curso apresentados nas escolas públicas, os conteúdos de Química Orgânica seguem a ordem tradicional apresentada nos livros didáticos: Introdução à Química Orgânica, conceitos fundamentais, identificação das funções, formulação e nomenclatura, isomeria, propriedades físicas e químicas, tipos de reações, fontes naturais, polímeros, bioquímica, química ambiental. Já nas apostilas

das escolas particulares observa-se maior detalhamento dos conteúdos, visando a memorização e o cumprimento rigoroso do calendário escolar, visto que o planejamento consiste na listagem dos conteúdos a serem trabalhados em cada dia letivo.

A metodologia prevista nas escolas públicas consiste em aulas expositivas, estudo individual e em grupos e resolução de exercícios; somente a escola 3 apresenta uma proposta diferenciada, seguindo, em parte, as Orientações Curriculares do MEC. Nenhum dos planejamentos analisados prevê o aproveitamento dos conhecimentos prévios dos alunos.

Os recursos didáticos, geralmente, resumem-se no quadro de giz, tabelas, cartazes e apostilas. A escola 3 cita o uso de DVD, retroprojektor, reagentes, vidrarias e aulas de campo. A escola 4 prevê o uso de modelos atômicos moleculares, isopor e filmes.

A avaliação é tradicional, prevendo a realização de provas escritas, arguição oral, trabalhos em grupo e participação nas aulas. Somente a escola 3 propõe a avaliação diagnóstica e processual.

As escolas particulares trabalham com material apostilado. Cada escola tem seu material próprio. As duas escolas laicas têm seu material produzido pelos próprios professores. Das escolas confessionais, a 7 tem suas apostilas de Química produzidas pelos autores TITO e CANTO³⁹, editado em 2005. Já a escola 6 está usando as apostilas do OBJETIVO para o 3º ano, enquanto no 1º e 2º ano trabalha com livros produzidos pela rede salesiana de educação (RSE), sendo que em 2007 completará a implantação do novo sistema. Segundo o coordenador, este material consiste numa tentativa de adequação aos PCN, valorizando a contextualização.

A análise das apostilas revela contradições e desatualizações em seus textos, tal como na análise dos livros didáticos, como foi descrito no Capítulo 3. Os conteúdos são apresentados de forma resumida e pouco contextualizados e é dada muita ênfase aos exercícios que induzem à memorização como treinamento das questões do vestibular.

O conceito para Química Orgânica não contempla a existência dos compostos de transição. Permanecem as dúvidas sobre cadeia ramificada e cadeia mista, enquanto o conceito de carbono primário apresenta-se de forma correta.

³⁹ Eduardo Leite do Canto e Francisco Miragaia Peruzzo, Editora Moderna, 2005.

Quanto à nomenclatura, somente o material elaborado por TITO e CANTO e os livros da RSE não fazem confusão entre nomenclatura sistemática e oficial ou IUPAC, ou a nomenclatura trivial e de classe funcional com usual ou comum ou popular.

Nas apostilas, não é observado um padrão para uso do hífen, espaço e posição dos localizadores. Nos textos aparecem termos como “2,3-dimetil-pentano”, “ciclopropano”, “ciclo butano”, “metil-2-pentano”, “2-etil-1 hexeno”, “iso-propil”, “pentan-2-ona”, “but-1,3-dieno”, “cicloexano”, ciclo-hexano”, “ciclo hexano” etc. Ou, então, ocorrem erros de grafia como em “pen-1,2-adieno” (escola 9). Na maioria dos textos, é mantido o termo “radicais” para grupos ligantes ou substituintes; nas apostilas das escolas 9 e 10 são usados termos como “n-propil”, “n-butil”, “n-pentano”, sendo que a letra “n” não é mais usada nestes termos. A apostila da escola 10, o nome de classe funcional para cetonas e éteres, além de ser considerado como “nome usual” na maioria, mantém a regra antiga como “éter metil etílico”, “metil etil cetona”.

Quanto à isomeria, somente a escola 7 troca o termo “plana” por “constitucional” mas mantém a sua classificação diferenciando posicional de metameria; todos os textos mantém os termos “geométrica” e “óptica”. O material da escola 10 traz como inovação a nomenclatura $R - S^{40}$ para enantiômeros, mas inverte a ordem de prioridade dos ligantes. A apostila da escola 7 traz o termo “isomeria constitucional”, mas continua diferenciando como no sistema antigo a metameria e a isomeria de posição que, na verdade, as duas são considerada posicionais.

Há texto, como da escola 10, que, na “isomeria óptica”, considera o carbono assimétrico sinônimo de quiral e conserva antigos termos para estereodescritores, como em “ácido *d*-lático”; os prefixos “*d*” e “*l*”, segundo as recomendações da IUPAC, devem ser substituídos pelos estereodescritores “*R*” e “*S*”, respectivamente. Já o desvio da luz polarizada para a direita deve ser indicada pó (+) e, para a esquerda (-). O enantiômero que desvia a luz polarizada para a direita é chamado de “*destrorrotatório*” e, para a esquerda, “*levorrotatório*”. Isto só pode ser observado na prática – observando a substância no polarímetro – ou, então, consultando a literatura específica como um *Handboock*.

⁴⁰ Nomenclatura CIP (Cahn – Ingold – Prelog) para configurações estereoespecíficas: *R* (rectum = direito) e *S* (sinistrum = esquerda), *Z* (zusamen = juntos ou cis) e *E* (entgegen = opostos ou trans). Para estabelecer a nomenclatura foram estabelecidas regras de prioridade dos ligantes do maior para a menor número atômico dos átomos diretamente ligados ao carbono assimétrico ou aos carbonos da dupla ligação; em caso de empate, o desempate é definido pelos átomos a estes ligados; em caso de isótopos, tem prioridade o átomo que tem maior massa atômica.

Em determinadas fórmulas estruturais, havendo repetência de parte da estrutura, são usados parênteses para colocá-las em evidência, enquanto o recomendado pela IUPAC é o uso de colchetes. Nas apostilas das escolas 7, 9 e 10 são usados ora parênteses ora colchetes. Portanto, não é seguido um padrão para o material dessa escola.

Na nomenclatura sistemática, em um texto o substituinte flúor é denominado “flúor” e, em outro texto da mesma apostila da escola 7, “fluoro”. Geralmente, os autores evitam exemplos com o substituinte fluoro.

A nomenclatura sistemática para fenóis, o sufixo “ol” é pouco usado nos textos. Da mesma forma, para as aminas é usada a nomenclatura de classe funcional como “isopropilamina” considerada nos textos como “oficial” ou “IUPAC”, enquanto a nomenclatura sistemática é “propan-2-amina”; esta sistematização pode ser observada na apostila da escola 7 e no livro da escola 6.

Em nenhum desses materiais analisados é dada ênfase à nomenclatura dos compostos de função mista e aos compostos heterocíclicos. Esses compostos ocorrem muito em substâncias naturais, medicamentos, biomoléculas, princípios ativos de plantas e tantos outros compostos importantíssimos para a contextualização dos conteúdos, integração da Química com outras disciplinas afins e discussão de problemas diversos relacionados à biodiversidade e conservação do ambiente e sobrevivência, segundo a proposta dos PCN para o Ensino Médio. Na apostila da escola 10 há textos que procuram fazer a abordagem do cotidiano como “a química do amor”; e no livro da escola 6 há textos que abordam a ocorrência de produtos naturais relacionados aos alimentos, princípios ativos de plantas relacionados a fármacos, defensivos agrícolas, entre outros.

4.2 – Análise dos dados obtidos nas entrevistas

De cada escola foi escolhido um professor para a entrevista, considerando-se como principais critérios: atuação no ensino de Química Orgânica no período diurno, visto que, geralmente, os alunos do período noturno compõem clientelas diferenciadas, especialmente nas escolas públicas; a experiência – tempo de serviço – no ensino de Química e/ ou Química Orgânica.

Os professores que participaram da entrevista, doravante são apresentados com nomes fictícios, mantendo gêneros e o tipo de escola – particular ou pública – onde exerce suas atividades. A relação dos sujeitos da pesquisa é apresentada no quadro 13.

Na entrevista enfocou-se os principais aspectos relacionados ao ensino de Química Orgânica: o que ensina, por que ensina, como ensina, e, também, verificar se é observada a tríade **estrutura – nomenclatura – propriedade** dos compostos orgânicos, a integração com outras disciplinas e sua contextualização.

Quadro 13 – Relação dos professores selecionados para a entrevista

Professor	Nome fictício	Sexo	Tipo de escola
P2	Alice	Feminino	Pública
P5	Tânia	Feminino	Pública
P7	Cristina	Feminino	Pública
P8	Benedita	Feminino	Particular
P10	Álvaro	Masculino	Particular
P11	Fernando	Masculino	Pública
P13	Marcos	Masculino	Pública
P16	Nilce	Feminino	Pública
P17	Nadir	Feminino	Particular
P18	Eliana	Feminino	Particular

O roteiro para a entrevista foi elaborado após a análise dos dados preliminares, contendo perguntas relacionadas à prática pedagógica, tais como: a importância do ensino da química orgânica no contexto, os conteúdos mais relevantes, o uso de recursos didático-pedagógicos, a contextualização e a interdisciplinaridade, as dificuldades que o professor enfrenta e as modalidades de avaliação. Foram formuladas algumas perguntas-chave, a partir das quais se procurou explorar os itens acima e, sempre que necessário, foram permeadas com outras perguntas para reforçar esses itens.

1. O que ensina em Química Orgânica? Quais são os conteúdos programáticos e quais deles julga mais importantes?
2. Por que ensina esses conteúdos? Quais são os objetivos do ensino de Química Orgânica? E da escola?
3. Como são trabalhados esses conteúdos: metodologia, recursos didáticos, estratégias?
4. Como é feita a avaliação da aprendizagem?
5. Como é vista a questão da interdisciplinaridade e da contextualização?
6. A Química Orgânica tem alguma particularidade que a diferencia de outras áreas da Química?

Na primeira questão – *o que se ensina em Química Orgânica* – ficou evidente a diferença entre escola pública e escola particular: a escola particular orienta o ensino principalmente na preparação para o vestibular, enquanto nas escolas públicas há uma preocupação na formação integral do aluno, na preparação para a vida. Entende-se que nas escolas públicas há uma discussão significativa acerca dos PCN, o que pode ser observado no planejamento de curso das escolas 1 e 3 (ver quadro 1). Nas escolas públicas também há alguma preocupação com o vestibular, pois é recomendado na LDB o prosseguimento de estudos:

O Ensino Médio, etapa final da Educação Básica (...) terá como finalidade: I – a consolidação e aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento dos estudos ... (BRASIL, 1998, p. 37).

Todos os professores das escolas particulares e três das escolas públicas, totalizando 70 % dos entrevistados, demonstraram preocupação com a preparação dos alunos para o vestibular quando questionados sobre 'o que ensina em Química Orgânica'. Os depoimentos das professoras Eliana e Cristina evidenciam essa preocupação:

Todo conteúdo programático do vestibular da UFMT, que vai desde nomenclatura pelo sistema da IUPAC até reações orgânicas, segundo o enfoque dado ao vestibular da UFMT (ELIANA, escola particular).

Como a escola que eu trabalho opta por adotar livro, eu assim, tenho a obrigação de seguir assim, mais ou menos o roteiro que o livro traz. E a gente tem uma lei, a LDB, que diz que a gente deve preparar o cidadão pra vida. Mas, em contra-partida, os vestibulares continuam cobrando o conteúdo tradicional. Então eu sigo o roteiro do livro, mas na parte de contextualização, no caso da química orgânica, a gente trabalha, eu procuro relacionar o conteúdo, questão do meio ambiente, alimentação, saúde, medicamentos. Então depende do assunto que a gente está trabalhando, eu procuro contextualizar essa parte. Aí sim trabalhar o

conteúdo tradicional, o teórico, vamos dizer assim (CRISITNA, escola pública).

Segundo a professora Eliana, o conteúdo, não só da Química Orgânica como o de toda a disciplina de Química a ser trabalhado no Ensino Médio, é determinado pela comissão de vestibular da UFMT, tanto que ela sugere:

(...) deixar no manual orientações dos conteúdos que são considerados básicos para conhecimento de um aluno do ensino médio, para que o mesmo possa se preparar de uma forma mais consistente (ELIANA, escola particular).

A professora Alice faz uma comparação entre o PAS⁴¹ da Universidade de Brasília - DF e o vestibular da UFMT para justificar o que ensina em Química Orgânica:

É, infelizmente, nós temos que ensinar o que vem de acordo com as nossas dificuldades em função do vestibular. Mas se você pegar um vestibular, pegar PAS da UnB, vai ver que é totalmente diferente do vestibular daqui do Mato Grosso, da Universidade Federal do Mato Grosso. Se você pegar a Universidade Federal hoje, cinquenta por cento ou mais da química orgânica são aquelas perguntas mais antigas que tem, né? Contextualização sim, mas é básico, aquele texto, o aluno não pensa muito e pronto. Então infelizmente a gente tá tendo que se comportar com esse conteúdo, então tem que ensinar o que? A nomenclatura, as funções, reações a isomeria. Então o que a gente ensina no terceiro ano é esse conteúdo... (ALICE, escola pública).

Esse depoimento expressa a influência que o vestibular da UFMT exerce sobre o ensino. A professora deixa a entender que na UFMT as questões do vestibular ainda são muito tradicionais, enquanto na UnB são aplicadas as recomendações do MEC para a contextualização, flexibilização e interdisciplinaridade. Entende-se que a UFMT exerce uma forte influência, determinando o enfoque que se dá ao ensino de Química Orgânica nessas escolas. É interessante, também, notar que em nenhum depoimento foi citado o vestibular de outras instituições de Ensino Superior da região como a UNEMAT, UNIC, UNIVAG e ICE, por exemplo.

Já a professora Benedita elenca os conteúdos tradicionais de Química Orgânica até os mínimos detalhes, dando ênfase aos principais compostos e sua contextualização:

(...) eu faço um paralelo entre a química orgânica e a química inorgânica. Mostro pra eles as diferenças que existem entre as duas. Depois disso eu passo a estudar o elemento carbono, mostrando as qualidades que ele tem pra ter uma química inteira voltada pra ele. Na sequência desse estudo, aí vem a idéia da classificação dos carbonos e

⁴¹ Programa de Avaliação Seriada, onde alunos de diversas regiões do Brasil realizam as provas no 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio e, conforme o aproveitamento, conseguem vaga para a universidade.

das cadeias carbônicas. Faço toda a exposição desse trabalho, volto o estudo pra nomenclatura e para a produção, as fórmulas dos compostos orgânicos, dividindo isso em funções, começando pela função hidrocarboneto, em suas classes, ali toda a maneira de se construir fórmulas e nomear. Quando eu termino o estudo de todas as principais funções orgânicas, passo para a parte das propriedades dos compostos orgânicos, solubilidade, ponto de fusão e ebulição, densidade; depois desse estudo, acidez, basicidade; depois desse estudo vem a isomeria, a isomeria plana, a espacial, e na sequência desse estudo vem as classes dos polímeros e aí entramos em reações. Nesse curso que é (...) assim bastante, digamos, aprofundado, a gente chega a passar pro aluno uma média de 160 reações orgânicas, mostrando os reagentes, os produtos, o tipo de reação – se o ataque é nucleofílico ou eletrofílico – classificamos as reações, e ainda um pouquinho de mecanismo, um pouquinho só. Mas a gente dá alguma coisa de mecanismo pra eles, basicamente fica envolvido dessa forma, e cada função que envolve a gente dá ênfase aos principais compostos. Por exemplo, eu tô falando dos álcoois, eu vou dar ênfase ao metanol, vou dar ênfase ao etanol, vou falar do contexto dele dentro da termoquímica, da combustão, da toxidez, do problema do manuseio. Enfim, a gente dá o contexto pro aluno, inserido no dia-a-dia, aonde ele pode encontrar a aplicação daquilo ali. Agora, o nosso curso ele é bastante voltado pro vestibular. Então isso é uma ênfase, a gente não deixa de falar do contexto, mas a gente pega firme é na parte do trabalho que o vestibular vai cobrar (BENEDITA, escola particular).

A escola da professora Benedita oferece uma carga horária maior para o ensino da Química Orgânica, haja vista que funciona em regime integral. Por isso, valoriza a resolução de exercícios como forma de preparação dos alunos para os cursos mais concorridos do vestibular da UFMT e de várias outras universidades, tendo como principal foco o curso de Medicina.

Da mesma forma, o professor Álvaro lista toda a sequência tradicional dos conteúdos de Química Orgânica desde a introdução até o estudo das biomoléculas. Ele acrescenta ao conteúdo programático tradicional o estudo de algumas funções que não são mais citados nos livros:

...na programação de química não tem mais, mas eu faço comentário sobre tiocompostos, compostos organometálicos, tem muita aplicação no dia-a-dia. Nos livros, não vem mais; tem muitos livros que não trazem mais os tiocompostos, então eu dou uma pincelada pelo menos pra ele estar sabendo porque dos tiocompostos, quais são as aplicações, o enxofre; depois disso é comentado sobre funções mistas, que tem uma grande aplicação também como nos remédios. (ÁLVARO, escola particular).

A carga horária interfere no desenvolvimento do conteúdo programático. Em escolas onde têm apenas duas aulas semanais para a Química Orgânica, alguns conteúdos são vistos superficialmente, principalmente estes que poderiam proporcionar um trabalho interdisciplinar com a biologia, como se pode observar no depoimento da professora Nilce:

Dentro da química orgânica que a gente vê todo o estudo da cadeia propriamente dita, como que elas estão classificadas, as principais funções orgânicas, entendeu? E a parte de isomeria, também. No final eles dão uma rápida pincelada na questão dos compostos orgânicos naturais, que entra aminoácidos, frutose, glicose, lactose, então já é uma pincelada porque ele já viu também alguma coisa na biologia, só complementa com quimicamente falando (NILCE, escola pública).

O professor Marcos cita conteúdos mais abrangentes relacionados com os temas estruturadores, valorizando a contextualização e o cotidiano dos alunos. Quando perguntado por que ensina esses conteúdos, fez um comentário relevante em relação ao planejamento integrado apresentado na escola, conforme as recomendações dos PCN:

(...) eu acho que é fundamental para o aluno que ele possa compreender a contextualização, né? Tudo aquilo que ele vivencia no dia-a-dia, aquilo que é aproveitado no dia-a-dia, e que está relacionado com aquilo que ele está aprendendo na escola (MARCOS, escola pública).

A preocupação com o cotidiano é manifestada por todos os entrevistados. Isso reflete a importância atribuída aos compostos do carbono nas diversas situações de vida e a compreensão de mundo que este estudo proporciona. O professor Fernando, em seu depoimento, afirma:

(...) esses compostos no meu modo de ver estão presentes no nosso dia-a-dia, estão presentes no petróleo, no nosso vestuário, influenciam diretamente na nossa vida, remédios, alimentação, tá? Pra compreender o mundo, como que funciona na realidade (FERNANDO, escola pública).

Assim, a Química Orgânica, mesmo sendo considerada muito complexa, é facilmente relacionado com o cotidiano, segundo a opinião da professora Tânia:

O estudo do carbono é muito mais complexo do que se imagina. Está relacionado com o dia-a-dia. Por exemplo, qual a importância do éster? Se o aluno for chupar uma balinha, que substâncias estão contidas que lhe conferem o sabor – é um éster, odor - é um éster. Também os remédios... (TÂNIA, escola pública).

A professora Nadir considera os conteúdos básicos de Química Orgânica aqueles trabalhados na 2ª série, durante o segundo semestre, e cita também o vestibular como norteador do programa de Química Orgânica:

Nesse semestre dá-se os conteúdos que são a base da química orgânica, as características do carbono, as funções orgânicas, elas não são todas trabalhadas na íntegra, algumas funções que julgam-se ser as mais importantes, as que normalmente, as vezes nem são as mais

importantes, mas são funções que mais aparecem em questões de vestibular, né, então algumas funções assim que quase não aparecem em vestibular, elas não são, a gente não dá ênfase a elas, então seleciona-se algumas funções em função disso, e deve dar ali umas dezesseis funções, praticamente. Das funções orgânicas, né, mostra-se grupo funcional, nomenclatura e só, as propriedades física, as propriedades químicas e reações orgânicas não é vista na segunda-série. Então depois de funções, aí vem a isomeria. A isomeria plana até que é bem trabalhada. A isomeria espacial, como ela fica pro final mesmo, é quarto bimestre, ela já fica mais pincelada, é vista pincelada mesmo, e é basicamente isso que se vê na segunda-série (NADIR, escola particular).

O estudo dos hidrocarbonetos e das demais funções, especialmente a nomenclatura, é considerado o conteúdo fundamental no ensino de Química Orgânica. Ao menos esta é a opinião da professora Nilce e do professor Fernando:

Eu acho que todos os hidrocarbonetos, aonde teria que ver todo o estudo do carbono, os principais elementos, o carbono, o oxigênio, o hidrogênio, que aparecem em quase todos os compostos, esses tópicos que é o esqueleto que dá sustentação às reações demais (FERNANDO, escola pública).

Da química orgânica, propriamente como professora, eu trabalho, enfoco muito a questão, primeiro, a questão das funções pra ele saber diferenciar um composto do outro, até porque na vida prática, pra ele saber ler qualquer rótulo, pra ele saber que produto que ele está consumindo ali, né, se existe um éter, um amino, um amido, então eu fixo muito na questão das funções orgânicas, que é muito importante, e a questão também da isomeria que tem, então são dois itens importantes até para a preparação para o ingresso na academia, que são conteúdos, pré-requisitos que caem no vestibular. Então temos dois conteúdos que é mais abordados, não que os outros deixam de ser, mas no enfoque maior prevalece as duas, esses os dois itens (NILCE, escola pública).

Para a professora Alice, é fundamental para o aluno conhecer a nomenclatura e as funções. Ela faz uma comparação entre os alunos do diurno e do noturno:

O pessoal da tarde é bem, assim, tem uma capacidade maior de aprendizado. Ele tem mais tempo por não trabalhar, então a resposta é melhor. Agora o pessoal da noite é difícil demais, eles trabalham o dia todo, vêm direto do trabalho, nunca tem tempo de fazer uma tarefa, nunca tem tempo de fazer nada, nunca tem tempo de fazer a pesquisa. Então tudo tem que ser feito em sala de aula (ALICE, escola pública).

Segundo a professora Cristina, os alunos entendem com muita facilidade os conceitos fundamentais. Porém, ela considera relevante o estudo das reações e da isomeria, que despertam mais interesse dos alunos:

Principalmente tem as reações, né, as reações orgânicas eu acho que são fundamentais. Aí entra na parte de aminoácidos, proteínas, vitaminas, eu acho que essa parte é fundamental para o aluno sair

quando compara, Essa parte eu procuro dar bem mais ênfase. A questão da isomeria, porque é que apesar de ser fórmula parecida as propriedades mudam drasticamente. Eu sempre cito pra eles o caso da Talidomida. Antes de descobrir os isômeros, as pessoas tomavam medicamento buscando benefício e teve um malefício. Eles ficam assim fascinados: “professora, só de mudar a posição, vai de um lado, outro vai pra outro e já muda o efeito?” “Eu falei “muda”. Na experiência do ácido aspártico, como funciona a química dos fármacos. Na parte da química onde os alunos mais se envolvem é a química orgânica (CRISTINA, escola pública).

A isomeria, segundo a opinião da professora Eliana, é muito complexa para ser ensinada no ensino médio. Ela afirma que *“o aluno pode até identificar isomeria, mas não é capaz de entender”*. No entanto, observa-se uma contradição em seus depoimentos. Num momento ela afirma que o estudo da isomeria é muito complexo para o Ensino Médio; depois, ela considera o estudo da isomeria como um dos principais temas para a contextualização da Química Orgânica:

Facílmo (a contextualização). Principalmente quando entra na parte de reações, e até a própria isomeria. Dá pra mostrar o porque precisa estudar a isomeria, porque que essa ciência foi desenvolvida dessa forma, o que levou à descoberta dos isômeros e os alunos se interessam bem por essa parte (ELIANA, escola particular).

Entende-se que, se a isomeria é tão fácil de ser contextualizada, então deve ser facilmente entendida pelos alunos. Ao longo da dissertação, apresentamos vários exemplos da relevância do estudo da isomeria no Ensino Médio.

A carga horária para o trabalho dos conteúdos de Química Orgânica é considerada insuficiente pelos professores das escolas públicas, como ilustra o depoimento a seguir: *“(...)tendo em vista que o assunto abordado em química orgânica é vastíssimo, né, então praticamente a gente tenta o que, resumir, pra poder ser atendida nessa mínima carga horária”* (MARCOS, escola pública). Com duas aulas semanais, na opinião dos entrevistados, não há tempo disponível para aulas práticas e, também, pouco tempo para a resolução de exercícios. A professora Cristina considera que *“(...) nomenclatura é treino. Tem que ter um tempo pros alunos treinar, aí acho que a carga horária é insuficiente”* (CRISTINA, escola pública). A professora Tânia sugere:

(...) três aulas pra poder fazer laboratório, seria mais interessante do que ficar só teórico. Na prática se tem mais facilidade de entender as propriedades. Se eu tenho um álcool, uma cetona, um ácido carboxílico, um fenol, então não dá pra ver as características... Então fica só aula teórica (TÂNIA, escola pública).

Logo, se exige de muito treino, deve haver uma carga horária adequada, o que não acontece na maioria das escolas pesquisadas. Ainda mais, visto que o número de compostos orgânicos é muito grande e as regras de nomenclatura costumam ser apresentadas de forma distinta para cada função orgânica, esse estudo ocupa grande parte da carga horária disponível. Daí a necessidade de sistematizar a nomenclatura dos compostos orgânicos.

Nas escolas particulares, os conteúdos são programados de acordo com a carga horária disponível. Todos os alunos têm o material didático – apostilas, livro – e *“há aquela necessidade de cumprir o material. Difícilmente fica um conteúdo que está no material sem ser trabalhado. Então o que é proposto é trabalhado. Tem que cumprir o programa”* (NADIR, escola particular). A professora Eliana afirma que, *“da forma como é trabalhado ela(a carga horária) se torna suficiente, apenas informativa, sempre visando atender os conteúdos redigidos pelo vestibular da UFMT”*.

As escolas 7 e 10 oferecem oficinas em horário complementar para reforçar os conteúdos. Percebe-se nas entrevistas que essas oficinas são aproveitadas para a resolução de exercícios e revisão dos conteúdos trabalhados nas aulas regulares.

Na escola da professora Benedita, a carga horária para o ensino de Química Orgânica é bem elevada, haja vista que a escola funciona em período integral.

No terceiro ano são duas aulas semanais, mas no segundo ano, a química tem seis horas-aula semanais, para conseguir cumprir o conteúdo de segundo ano tradicional, e mais o conteúdo de terceiro ano até perto de reações (BENEDITA, escola particular).

Quanto às estratégias e aos recursos didáticos usados no ensino da Química Orgânica, percebe-se que as escolas não dispõem de muitas alternativas e, quando existem, são pouco usados pelos professores. Geralmente, as aulas se resumem ao *“quadro de giz e muita saliva”* (BENEDITA, escola particular). Uma professora de escola pública afirmou que prepara cartazes e painéis para apresentar alguns conteúdos. Uma professora disse que, às vezes, leva os alunos para pesquisar na internet algum assunto da aula. Dois professores afirmaram que usam modelos espaciais no estudo das moléculas orgânicas. Somente um professor afirmou que usa projetor de multimídia em algumas das aulas.

O professor Marcos afirma que, além das aulas expositivas, usa *“dinâmica de grupo e apresentação de modelos concretos, e algumas vezes, quando é possível, (...) algumas experiências práticas e demonstrativas”* (MARCOS, escola pública). As

dinâmicas de grupo são voltadas para o estudo dos conceitos: *“A partir da leitura de livros, né, didáticos, o aluno vai tentar interpretar e montar os próprios conceitos aplicados ao assunto abordado”* (MARCOS, escola pública). Vale ressaltar que sua escola tem um pequeno laboratório móvel com carrinho, vidrarias, um pequeno fogareiro, garras e mais alguns materiais, mas sem os reagentes: *“O reagente, a gente tem que usar materiais alternativos. O aluno traz de casa, ele tenta montar a experiência em sala de aula”* (MARCOS, escola pública). Algumas experiências envolvem o ensino de Química Orgânica, como a síntese da acetona, combustão de compostos orgânicos, *“uma experiência simples, né? Tendo em vista que a sala de aula é muito, tem muitos alunos, né? E com muito aluno é difícil trabalhar. Não temos sala adequada, equipamentos adequados”* (MARCOS, escola pública).

A professora Alice afirma que leva os alunos ao laboratório de informática para pesquisar na internet; usa a biblioteca, apesar de haver poucos livros de química, e dispõe de um pequeno laboratório de ciências naturais para fazer algumas experiências como...

(...) reação de saponificação que é uma coisa simples, que a maioria faz em casa, né, então a gente procura até usar a receita deles, receita da mãe, da vó. Aí uma outra faz sabonete. Então eu procuro trazer o conhecimento deles e tentar explicar a reação que está ocorrendo em cima daquilo (ALICE, escola pública).

A escola da professora Nilce dispõe de laboratório, mas como as turmas de alunos são muito grandes e com carga horária reduzida, é impraticável o uso do laboratório, conforme depoimento a seguir:

É você brincar de fazer de conta que está dando uma aula prática. Então eu sou bastante ética nesse ponto e eu acho assim, que eu estou enganando, a mim eu não estou enganando, mas eu estou enganando a escola e o aluno. Assim, o que eu pego muito dentro de sala de aula, são exemplos do cotidiano, e tento trazer pra sala de aula, pra não ficar aquela aula muito maçante. Mas o uso do laboratório, aqui pra nós é impraticável, a não ser que tivesse uma disciplina como tem na universidade, que você tem aula teórica e tem a prática com horários diferenciados. Aí é diferente, você pode trabalhar, lapidar o aluno dentro do laboratório. Então assim, no ensino público, eu acho totalmente impraticável, e eu tiro o chapéu para aquela pessoa que consegue com sessenta alunos dar uma boa aula de laboratório (NILCE, escola pública).

O professor Fernando, que é interino numa escola pública, afirma que a escola tem um espaço físico para laboratório de química, mas na prática não funciona por falta de informações sobre os recursos disponíveis no local. O professor afirma desconhecer *“o que tem de vidrarias, reagentes, equipamentos, instalações. Pretendemos fazer um*

estudo para ativar o laboratório para o próximo ano letivo”. O professor afirma ainda que talvez possa fazer alguma demonstração prática em sala de aula, por exemplo, a combustão completa ou incompleta ou esterificação de vinagre com etanol. A escola dispõe de projetor de multimídia e de retroprojetor, mas, como a instituição é de grande porte, com muitas turmas e muitos alunos, são poucos os professores que têm acesso a esses recursos, ou então, não têm tempo para preparar o material para apresentar. De acordo com o depoimento, o professor citado gostaria de trabalhar com modelos que mostram a forma geométrica das moléculas, mas a escola não disponibiliza esses recursos.

Já a professora Cristina usa uma caixinha de modelos e material multimídia. Então, além de quadro de giz e retroprojetor, usa o vídeo, faz a montagem de moléculas e os alunos constroem modelos com isopor. Como a escola não dispõe de laboratório, a professora procura trazer algum material alternativo para fazer algumas demonstrações, como pode ser observado em seu depoimento:

Aquela parte da identificação dos compostos, né? Eu procuro trazer alguma coisa, mas vou lá na universidade, peço um pouquinho lá, só pra fazer demonstração o pessoal tem me fornecido (CRISTINA, escola pública).

A escola da professora Tânia também dispõe de ambiente com recursos audiovisuais e de laboratório, mas dificilmente consegue usar:

...temos sala de audiovisual, mas é muito difícil, é uma briga. Sala de vídeo a gente só tem uma e é muita gente para usá-la. Preparo algumas transparências para trabalhar com retroprojetor, mas não são todas as aulas, infelizmente. Tem um laboratório imenso que não é usado, infelizmente. Um laboratório de físico-química e biologia, que agora está desativado porque a escola está em reforma. Infelizmente, não usamos o laboratório. Não temos uma aula de laboratório (TÂNIA, escola pública).

A respeito das aulas práticas, o professor Marcos revelou que o interesse dos alunos está muito voltado para o problema das drogas:

Se você vai dar, por exemplo, aulas práticas, os alunos, sabe o que que ele quer aprender? Como que se purifica a cocaína! Tá aí, eu vou ensinar isso em sala de aula? Aí você tem que ter argumentos pra rebater isso aí. Você pode, utilizar esse tema aí, tentar demonstrar para ele quais seriam as conseqüências da utilização disso aí. Não adianta você falar pra ele que não usar, Você tem que mostrar a realidade pra ele, se ele realmente tem prazer naquilo, tem que mostrar pra ele o que, aonde ele vai chegar a utilizar aquilo ali (MARCOS, escola pública).

Nas escolas particulares, três delas têm laboratório químico, mas não são feitas práticas envolvendo os conteúdos de Química Orgânica. Somente em uma delas, o professor afirmou fazer algumas atividades, apesar de ter um laboratório muito bom:

Eu tentei fazer um biodigestor, outra coisa que eu tentei fazer foi trazer um mecânico aqui pra explicar o funcionamento do motor do carro, ver como é que é a octanagem da gasolina, né? (ÁLVARO, escola particular).

Quanto ao uso dos laboratórios, as práticas de Química Orgânica são prejudicadas por diversos fatores. Nas escolas onde há muitos alunos por turma, os professores acham muito perigosa qualquer atividade no laboratório porque há alto risco de acidentes. Além disso, os compostos orgânicos usados em laboratório, segundo os professores, são inflamáveis, tóxicos ou explosivos e, para manuseá-los, os laboratórios não proporcionam a necessária segurança. A professora Eliana argumenta:

Primeiro, pelo número de alunos que nós temos que trabalhar em sala de aula, não é aconselhável levar sessenta alunos para o laboratório. Segundo pelas práticas que iriam desenvolver, principalmente em relação à orgânica, normalmente os reagentes trazem riscos; então eu não me sinto à vontade de trabalhar conteúdo da química orgânica em laboratório com os meus alunos. Com o número de alunos que nós temos, não (ELIANA, escola particular).

De acordo com os depoimentos vistos anteriormente, nas escolas particulares é seguido na íntegra o conteúdo programático previsto nas apostilas ou o livro adotado. As aulas são todas programadas em função desse material e o professor precisa usar praticamente toda a sua carga horária para cumprir essa programação. Nesta programação, não são previstos horários para laboratório.

Já em algumas escolas públicas são organizadas feiras de ciências ou feiras culturais, onde os alunos expõem seus trabalhos. Geralmente, estes trabalhos são elaborados em função de um tema integrador multidisciplinar. Os trabalhos de Química envolvem mais os conteúdos de primeiro e segundo anos. Alguns trabalhos envolvem a Química Orgânica, segundo as informações das professoras Alice e Cristina: trabalhos com garrafas PET⁴², desenvolvimento de medicamentos, estética, produtos de beleza, fontes de energia, questões ambientais. Na escola, da professora Nilce, o tema da feira cultural era sobre os países:

⁴² Poli Tereftalato de Etila, um poliéster, polímero termoplástico usado na fabricação de garrafas de refrigerantes, por exemplo. Estas podem ser recicladas ou usadas em artesanatos e outras utilidades.

(...) então cada turma, eles tiveram que representar um país, tudo sobre aquele país: o que trouxe, a pesquisa, os principais eventos que naquele país tinha, é, a questão da descoberta dos medicamentos, da descoberta de algum produto químico, que fosse referência para o mundo, algum tipo de vacina; então foi nesse sentido de trazer a curiosidade, de mostrar para o aluno que as coisas ficam associadas às outras disciplinas também. Então a questão da poluição dos rios, como despoluir esses rios, o que eles utilizaram para despoluir esses rios, qual foi a metodologia utilizada, a estratégia, então tudo isso a gente tentou associar à química moderna (NILCE, escola pública).

Os depoimentos dos professores deixam transparecer uma visão distorcida de contextualização, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, apesar da importância que lhes é conferida nos PCN. A professora Nilce acha importante relacionar a Química ao cotidiano, mas vê nisso um conflito com a preparação para o vestibular:

Eu acho importante ele associar esses conteúdos com a vida dele no cotidiano, até pra ver, porque que ele está estudando química? O que que eu quero com isso daqui? Não vai me servir em nada. E ele tem que saber que desde a hora que ele acorda até ele adormecer ele vive, no dia-a-dia, todo o momento com a química ao redor dele. Né? Levanta e vai escovar o dente, o que que é aquilo? O que ele vai utilizar na higiene, é, produto de higiene? Se ele senta na mesa, ele vai alimentar, o que que ele tá alimentando ali? Se ele vai vir pra escola, ele vai ser transportado através de um meio de locomoção. Esse meio de locomoção é movido a que? Então não tem como ele separar a química da vida dele (NILCE, escola pública).

Este depoimento relata a importância da Química Orgânica no cotidiano, mas não explica como se pode fazer a sua contextualização.

Segundo o professor Fernando, existe a possibilidade de integrar o ensino de Química Orgânica com a Geografia, Biologia, Matemática e Física, mas não explica se é feito algum projeto inter ou transdisciplinar em sua escola. Quanto à contextualização, ele dá o seguinte depoimento:

As vezes traz conhecimentos, informações químicas onde faz que o aluno utilize os conhecimentos para aprender o texto. Por exemplo, textos jornalísticos sobre a chuva ácida, as próteses metálicas, os cosméticos, remédios para emagrecimento, relação entre preço e conteúdo de um perfume de frasco pequeno ou grande – onde se aplica a reação de um ácido com álcool para produzir um éster. O papel do químico é buscar na natureza; muitos perfumes são extraídos da natureza, como o almíscar do gato da algália onde é necessário contratar o caçador para matar o animal e se consegue extrair somente uma pequena quantidade do perfume (FERNANDO, escola pública).

Assim, o uso de textos jornalísticos, por exemplo, seriam uma tentativa de problematizar o assunto a ser estudado, estimulando os alunos a aprender mais e

encontrar soluções para possíveis problemas relacionados ao assunto e valorizando os conhecimentos prévios.

A professora Nadir considera a Biologia como a matéria que *mais se afina com a Química Orgânica*. Isso permite fazer algum trabalho interdisciplinar, mas as demais matérias apresentam resistência pelos próprios professores. *Às vezes você até propõe algum trabalho pro aluno, mas devido a essa flexibilidade mesmo dos professores tá muito difícil* (NADIR, escola particular). Quanto à contextualização, ela acha que é possível e até muito fácil. Porém, o uso das apostilas não permite realizar atividades específicas para a contextualização, a não ser que esse material já traga textos para essa finalidade:

É, na medida do possível a gente faz, o material, ele não permite, porque o material é número de aulas. Só pra você ter uma idéia, o material ele é feito por unidades e a tendência é trabalhar uma unidade aula. São exercícios propostos, os exercícios complementares fica mesmo pra casa. Então, a contextualização, é muito da prática mesmo do professor. No próprio material o professor já vai fazendo uns apanhados, “leia mais sobre isso”, ou uma leitura complementar, ou até mesmo na introdução da aula é feita uma contextualização. Mas ao longo, no início de cada conteúdo isso é feito, mas no material não tem isso; então de repente, tem um professor de uma outra, que trabalha com esse mesmo material que não faz dessa forma. Então ele cumpre à risca aquele material, e até mesmo o material, eu acho assim bastante, bastante técnico, voltado mesmo pra missão da escola. E a missão da escola é, eles dizem que não, mas é, é visando mesmo o aluno pra fazer uma prova de vestibular, e na maioria das vezes o próprio vestibular não tem essa contextualização. Até que tenta mas não tem (NADIR, escola particular).

Numa das escolas particulares, a escola da professora Eliana, existe a preocupação em elaborar provas interdisciplinares e elaborar projetos para atender às recomendações dos PCN. Segundo depoimento da professora, o colégio tem uma equipe que trabalha com a interdisciplinaridade, permitindo *relacionar a importância da química orgânica com outras áreas: biologia, física, até com a própria história*” (ELIANA, escola particular). A professora afirma que a escola leva em consideração os PCN para seu planejamento...

(...) inclusive a questão de uma interdisciplina de apoio, extensão e PCN. Nós desenvolvemos aqui simulados em que nós mostramos para os alunos quais seriam as habilidades necessárias para o desenvolvimento daquela questão. Então, os PCN são levados em consideração, sim. (ELIANA, escola particular).

Também na escola da professora Tânia são elaboradas provas contextualizadas envolvendo as particularidades da Química Orgânica, como as funções das substâncias

e suas respectivas aplicações. Porém, ela acha que os *“alunos têm dificuldades de fazer estas relações”*.

Quanto às avaliações, os planejamentos de curso analisados prevêem a realização de provas escritas, arguição oral, trabalhos em grupo, participação nas aulas debates, atribuição de valores à pesquisa e atividades extra-classe. Vale ressaltar que somente as escolas públicas forneceram esses planejamentos para análise.

No entanto, ao analisar os depoimentos dos professores dessas escolas, estas modalidades nem sempre estão de acordo com os planos de curso. Além das provas escritas e orais, são valorizados os trabalhos apresentados, a participação dos alunos nas atividades, a pontualidade e assiduidade. Na escola da professora Alice é feito simulado, valendo alguns pontos para a nota bimestral. A professora Nilce acha que nas avaliações devem ser abordadas questões do vestibular, não só em química, mas de todas as matérias. A escola da professora Nilce adota a recuperação paralela. Ela vê falhas no sistema, que o próprio sistema de avaliação induz ao desinteresse dos alunos:

A nossa avaliação (...) é paralela. O aluno, se ele não conseguiu atingir sessenta por cento de cada avaliação, ou escrita, ou trabalho, ou qualquer uma, vários tipos de avaliação que tem, o aluno tem o direito de fazer uma nova, ter uma nova chance; eu particularmente, acho, penso, que isso foi uma coisa ruim para o ensino, por que? O aluno, ele já chega pra fazer uma avaliação, já pensando, qual, que dia que será a recuperação dele, então ele já vem desinteressado. Porque que em outras épocas a cobrança era muito maior, e o impacto no final também era maior; eu vejo a decadência do ensino público por aí, não é só isso, mas por aí, porque o aluno tem muita chance e ele não dá valor para essa chance. O aluno, se você tentar comparar o aluno, não muito distante, três anos atrás, comparar o aluno de três anos atrás com o aluno de hoje, é totalmente diferente. Você vai ver que o rendimento dele, até pra ele entrar no vestibular agora, ele vai ter muito mais conhecimentos, o antigo do que o novo. Ele não assiste uma televisão, a internet é só o Orkut que ele entra ou é o MSN, é isso que ele quer, bater um papo com os colegas (...) Ver o que está acontecendo no mundo moderno, ele não, deixa, fica muito a desejar, então o interesse não está sendo despertado para os alunos, para os jovens, hoje em dia têm outras preocupações e não com o estudo. Por que isso? Com essa questão eu também falo assim, porque o aluno não pode ser reprovado? Ah, a falha está no professor, e não no ensino. Então assim, alguns conceitos tem que ser revistos, desde a academia que vão ter que ser revistos... (NILCE, escola pública).

A professora Cristina afirma que em sua escola a avaliação é contínua e a participação dos alunos nas atividades é valorizada. Ela valoriza a avaliação como forma de reconstrução do conhecimento. Da mesma forma, o professor Marcos valoriza

os aspectos qualitativos e quantitativos em suas avaliações. Isto é evidenciado nos seguintes depoimentos:

Além da prova escrita tradicional, eu procuro assim, levar em consideração tudo o que ele faz em sala de aula, não só assim aquela questão, sabe fazer certo, sabe fazer errado. Não é bem por aí, porque dependendo do erro que o aluno comete, vamos supor, você faz o questionamento, às vezes ele não concebeu, vamos dizer assim, como a ciência reconhece, ele fez lá umas confusõezinhas na cabeça dele, depois você verifica, você vê que ele conseguiu aprofundar mais, do que aquele que entendeu ali essa mensagem mais superficial. Já aconteceu muito, o aluno vem com um conceito que não era um conceito que a gente vê na ciência, mas após uma discussão aí ele consegue aprofundar bem. E ele tinha errado a questão na prova, então eu vou considerar o que ele aprendeu, não o que ele tirou na prova. Então eu procuro valorizar, né, na medida do possível assim, dessa maneira (CRITINA, escola pública).

A média do aluno é dividida em duas partes: a parte qualitativa, cinquenta por cento qualitativa e cinquenta por cento quantitativa. Você avalia o que, todas as qualidades que o aluno tem, disciplina, assiduidade, participação, pesquisa científica, tá? Espírito de solidariedade. Já a parte quantitativa se baseia em que, numa prova escrita sobre o conteúdo valendo cinquenta por cento (MARCOS, escola pública).

Também o depoimento do professor Fernando mostra uma visão diferenciada de avaliação:

É complicado falar sobre avaliação. É feito, muitas vezes, lista de atividades, já cobrei relatório de assuntos estudados, apresentação de trabalhos... Eu penso de outra maneira, não de reprovação, mas de aquisição de conhecimento, e avalio dessa forma de abordagem do conteúdo, de atividades, não fugindo do que foi trabalhado na sala de aula (FERNANDO, escola pública).

Percebe-se que nas escolas públicas há flexibilidade nas modalidades de avaliação, enquanto que nas escolas particulares, ela é bastante rígida. Nestas escolas são feitas provas mensais, bimestrais, simulados, visando a preparação para o vestibular. A escola da professora Benedita, por exemplo, faz avaliações todos os sábados:

As avaliações aqui, elas são assim, muito fortes, no sentido de que todo sábado o aluno tenha avaliações. São três blocos por bimestre; onde ele faz três avaliações e mais simulados ainda. Então todo o sábado tem avaliação, e são três blocos assim, por exemplo, nesse sábado é química, história e literatura, e português, aí no outro sábado, aí vem outra disciplina, aí já a cada três blocos vai se repetindo, e ele faz muitos simulados estilo UFMT (BENEDITA, escola particular).

Mesmo que as avaliações sejam feitas por blocos, a professora não informa se as provas são interdisciplinares ou contextualizadas ou se estas constituem apenas um treinamento para o vestibular.

A professora Nadir vê na avaliação mera formalidade. As provas para turmas muito grandes não permitem um acompanhamento do aluno para perceber as dificuldades e, em função destas, fazer o replanejamento das atividades como é recomendado nos PCN:

A avaliação, eu acho muito complicada, porque pra esse número de alunos, falar que você vai fazer uma avaliação individual é humanamente impossível, pra setenta, noventa alunos, é humanamente impossível. Então a avaliação desses alunos ela é puramente, é prova, a gente faz prova, o aluno faz simulado e ponto final. Então a gente faz avaliações mensais onde é cobrado o conteúdo que foi trabalhado, depois ele faz o simulado, ele vêm com uma prova final, média ponderada e acabou. É assim, ou ele tem média ou ele não tem. Então é realmente numérico, ele tem ou não tem, né? E outra coisa também que eu vou, da avaliação, às vezes eu preparo, você não tem idéia, aquilo é o mínimo que que eles deveriam saber, é o mínimo, aí você aplica e tem um índice muito grande de notas baixas. O aluno que tá lá no finalzinho do semestre e errando coisas básicas, eu falo pra ele que não tem como, é inadmissível um aluno chegar no curso, no final do ano e ainda “enterrar” ligações do átomo de carbono por exemplo. Isso acontece. E você só detecta isso nas avaliações. E como a turma é muito grande, já existe um calendário de provas, que a escola precisa, que ela gera uma quantidade muito grande de provas. Então não existe avaliação perfeita, vou avaliar aluno por aluno, não tem (NADIR, escola particular).

Já a escola da professora Eliana procura elaborar provas interdisciplinares e contextualizadas:

Nós fazemos (...) a prova mensal, uma prova bimestral, um simulado interdisciplinar que é interessante, porque nós temos uma equipe que trabalha com a interdisciplinaridade dentro do colégio (...) da qual que faço parte, que permite, principalmente em relação à área de orgânicas, relacionar a importância da química orgânica com outras áreas, biologia, física, até na própria história nós trabalhamos isso. (ELIANA, escola particular).

Quanto às dificuldades enfrentadas pelos professores no ensino de Química Orgânica, as mais comuns, tanto em escolas públicas como em particulares, são: salas superlotadas, falta de recursos didáticos e desinteresse dos alunos. Os depoimentos dos entrevistados revelam que, nas escolas particulares, existem sérias dificuldades relacionadas com a falta de limitação do conteúdo pela comissão de vestibular da UFMT, de modo que as escolas se dispõem a cumprir uma programação muito extensa, visando trabalhar à exaustão todos os itens listados; a clientela muito diversificada, muitos alunos sem maturidade ou com grandes deficiências de pré-requisitos ou, ainda, desinteresse pela disciplina; o grande número de alunos por turma em algumas escolas, que o professor às vezes usa microfone para ministrar suas

aulas; alguns conteúdos, como as reações orgânicas, são vistas superficialmente, não tendo tempo para estudar mecanismos.

Segundo a professora, sua escola tem uma clientela elitizada, os alunos não se importam em aprender os conteúdos, pagam para ter um certificado de ensino médio que o habilita a cursar a universidade, como é possível verificar no depoimento a seguir:

É uma clientela muito diversificada e numa maturidade quase que nenhuma por ser uma escola elitizada; dificilmente você consegue sensibilizar esses alunos. Eles já chegam, numa segunda-série, eles chegam a ter contato com a química orgânica, eles já chegam com aquele temor da química, falam que química é o fim do mundo, é muito difícil, e vai, você fala 'não, química orgânica é assim, é muito fácil e tal', mas não tem jeito, eles já vem com aquele bloqueio mesmo. Por mais que você tenta tal, tentar as coisas bem simples, o que pra mim de repente é tão óbvio pra eles é uma monstruosidade. E também, além de ter essa clientela, o interesse, o aluno tem muito daquilo ali ó 'onde eu vou usar isso, onde é que eu vou usar isso, pra que, que eu preciso saber disso?' então ele questiona muito a química, fala 'professora, eu vou fazer direito, onde é que eu vou usar isso?'. Diferente do aluno que tem idéia, vamos supor, que já viu, já pesquisou, que vai fazer medicina, quer fazer bioquímica, farmácia, fazer alguma coisa mesmo na área de saúde mesmo, nessa área, então ele já tem um interesse maior. Mas numa escola elitizada onde a maioria, e assim, eu acredito, já tem o emprego garantido, que já tem um consultório pronto esperando por ele, ou não tem nenhuma preocupação, ele vai fazer uma faculdade, ele pode entrar na faculdade se ele tiver como já na segunda-série, ele não tá muito interessado com isso, e até mesmo porque eu acho que a própria grade curricular do ensino médio não auxilia nesse sentido. Os alunos cursa simplesmente porque tem que cursar, tem que fazer ensino médio. E agora está acabando mais ainda, porque ele nem chega a concluir o terceiro ano, chega na segunda-série ele já tá fazendo o vestibular, ele passa, entra com mandado de segurança, ele já vai cursar" (NADIR, escola particular).

A disciplina em sala de aula, com turmas superlotadas, dificulta o trabalho docente e denota que o professor tem pouca autoridade, além da profissão ser muito desvalorizada. O professor Marcos atribui esta indisciplina ao Estatuto do menor:

A principal dificuldade em sala de aula é a pouca disciplina dos alunos. Ele não tem disciplina. Praticamente desconhece limites. Graças a que? Graças à questão do menor, ele dá excesso de direitos e pouco dever. Então geralmente, ó, em sala de aula tem pouco interesse, a sala é superlotada, e a disciplina que raramente, por exemplo, que o aluno coloca em prática. Isso dificulta muito o trabalho. O professor pode ter a melhor vontade de trabalhar, mas ao deparar com a indisciplina ele perde a vontade, ele desanima, ele fica simplesmente o que? Pra baixo! O que tá faltando principalmente é o interesse, a vontade de aprender. Às vezes, se você vai falar, por exemplo, em sala de aula sobre a importância de ter, adquirir o conhecimento, o aluno fala, "ah, não adianta nada, o traficante não sabe nada, ele ganha dinheiro, o professor mestrado, o engenheiro, o médico, eles falam, é desse

tamanhinho”, é difícil pro professor convencer o aluno, porque é um fato real isso aí. Por mais que você pensa falar o aluno sempre tem isso para te dizer” (MARCOS, escola pública).

A Química Orgânica, na opinião de vários professores, tem alguma particularidade que a diferencia de outras áreas da Química. A professora Nilce, por exemplo, considera que ela tem uma relação direta com a Biologia, com a nossa vida, com a estrutura do organismo, com os alimentos, os combustíveis, os plásticos, o silicone, a saúde, os medicamentos, as enzimas, os cosméticos, produtos de higiene e de beleza, pelo grande número de compostos que são usados no dia-a-dia dos alunos. O professor Marcos considera o fato de que os alunos conhecem mais compostos orgânicos do que inorgânicos em seu uso diário. Para a professora Benedita, o grande número de compostos e a variedade de nomenclaturas já é um diferencial e que, segundo as professoras Tânia e Nadir, permite uma identificação das funções com produtos usados no dia-a-dia. Para a professora Eliana, esta particularidade, que poderia ser de grande interesse para os alunos, não é favorecida pela dinâmica das aulas, como pode ser observado no seguinte depoimento:

Ela é uma das químicas que mais atendem ao homem moderno. Portanto, seria aquela que os alunos teriam maior grau de interesse, se nós pudéssemos mudar a dinâmica como é trabalhada em sala de aula. Hoje ela, principalmente no terceiro ano, ela é extremamente teórica, e os alunos têm dificuldade de ficar gravando met, et, prop, grupo funcional de álcool, aldeído, cetona... Ela fica mais no campo da decoreba: identificação de grupos funcionais, da nomenclatura, do que na importância dela como uma área que atende ao momento homem (ELIANA, escola particular)

As particularidades da Química Orgânica permitem que ela seja mais facilmente contextualizada e, segundo a opinião da professora Cristina, desperta mais o interesse dos alunos do que as outras áreas da Química, como podemos verificar abaixo:

Além de ser uma área onde ele consegue visualizar as utilidades pra vida, da vida dele, tem assim a particularidade, né, que a gente, eles mesmos acabam falando, que o carbono é um átomo especial: ele tem propriedades especiais. E assim que eu vejo, não tenho agora como explicar em detalhe as particularidades porque eu nunca parei pra refletir. Eu sei que, aqui na escola a gente trabalha a química orgânica na terceira série do ensino médio, e os alunos eles se envolvem, envolvem mesmo. São poucos que, aqueles alunos que estudam pra passar. Mas assim, atividade eles fazem, a gente vê que estão fazendo porque quer aprender mesmo (CRISTINA, escola pública).

Apesar do material apostilado de sua escola não apresentar as atualizações quanto às regras de nomenclatura da IUPAC, somente pela professora Benedita fez comentário sobre essas atualizações:

Tem muitos tipos de nomenclatura, nomenclaturas variadas, ora você vê um autor colocando um tipo, ora outro, a atualização da nomenclatura, que os livros didáticos não trazem tão rapidamente, e aí em cima disso o vestibular também não se atualiza. Então as vezes a gente tem uma informação que o nome já mudou, mas não podemos passar pro aluno, não resolve passar pra ele, porque o vestibular não mudou esse nome. Então, as vezes, vou estar ensinando para ele alguma coisa que não vai ser exigido na prova maior que é a parte mais forte dele (BENEDITA, escola particular).

Quanto à nomenclatura dos compostos orgânicos, percebe-se que os professores estão pouco familiarizados com as atualizações. As regras de nomenclatura e os conceitos são reproduzidos em sala de aula da mesma forma que estas aparecem nos livros, com todas as desatualizações já descritas nesta dissertação.

Nas análises dos depoimentos colhidos nas entrevistas não foi evidenciada a correlação do tripé fundamental no ensino da Química Orgânica **estrutura - nomenclatura - propriedade** dos compostos orgânicos. Nas escolas particulares, percebe-se o cumprimento de um programa extenso, rígido e tradicional dos conteúdos, tendo em vista a preparação para o vestibular. Nas escolas públicas a programação é mais flexível; percebe-se algumas referências com as habilidades e competências dos PCN, valorizando a experiência, os conhecimentos prévios e a participação dos alunos nas atividades desenvolvidas.

Embora os professores falem da possibilidade de atividades interdisciplinares em Química Orgânica, os depoimentos evidenciam que não é desenvolvido projeto neste sentido e a visão de contextualização dos conteúdos é confundida com a importância da Química Orgânica no cotidiano. Percebe-se, também, que as escolas públicas incluem em suas atividades as feiras culturais. Estas feiras poderiam constituir excelentes projetos inter e transdisciplinares. A professora Eliana foi a única a mencionar a existência de uma equipe interdisciplinar na escola. Mesmo assim, esta equipe está iniciando um trabalho de elaboração de avaliações inter e transdisciplinares. Na escola do professor Marcos foi apresentado um plano de curso integrado da área de Ciências Naturais, da Matemática e suas tecnologias; porém, o

professor não citou em seus depoimentos se está sendo desenvolvido um projeto interdisciplinar.

Outra constatação se refere ao incentivo à pesquisa. Em nenhum momento foi citada alguma participação dos alunos das escolas pesquisadas em programas como, por exemplo, do prêmio Jovem Cientista.

O programa Jovem Cientista é promovido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – e pela Fundação Roberto Marinho, com o objetivo de promover a pesquisa científica no país e, desde 1999, inclui estudantes do Ensino Médio e, desde 2003 oferece bolsas de iniciação científica. Em matéria publicada na Revista Época do dia 05/03/2007, *Nossos futuros cientistas*, Marcela Buscato⁴³ afirma que:

No Brasil, são poucas as escolas que investem em uma metodologia que estimule a prática de ciências. A grande maioria aposta na formação voltada exclusivamente para os exames vestibulares e acaba preparando os alunos apenas para os tipos de provas mais comuns (Época, p 80).

Na mesma reportagem, Enio Candotti⁴⁴, presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC – afirma: “*O desenvolvimento de práticas de ciências na escola é um incentivo para que, no futuro, os alunos pesquisem na universidade*” (Época, p 80).

⁴³ Marcela Buscato é jornalista da revista Época, Superinteressante e outros periódicos.

⁴⁴ Enio Candotti é físico, presidente da SBPC.

CONSIDERAÇÕES

***“Para sabermos bem as coisas, é preciso
sabermos os pormenores, e como estes
são quase infinitos, os nossos
conhecimentos são sempre superficiais e
imperfeitos”.***

(François La Rochefoucauld)

Ao estudar os PCNEM e os diversos documentos oficiais que tratam de sua divulgação e implantação das diretrizes e orientações curriculares nas escolas, dois fatos merecem especial atenção: 1 – são direcionadas às escolas públicas; 2 – o reconhecimento das dificuldades de sua implantação, apesar de já passados sete anos de sua divulgação.

O primeiro fato nos leva a refletir sobre a dicotomia encontrada na pesquisa quanto às escolas públicas e particulares. Realmente, a pesquisa demonstra que há um enfoque diferenciado quanto ao ensino de Química Orgânica em escolas públicas e particulares, desde o material didático usado aos procedimentos metodológicos revelados pelos sujeitos da pesquisa em seus depoimentos. Nas escolas particulares prevalece a idéia de que *“escola melhor é aquela que mais aprova nos exames vestibulares mais concorridos”* (BRASIL, 2006, p. 105). Nessas unidades escolares há um programa rígido a ser seguido, caracterizado pela ordenação clássica do conteúdo e pelo número de exercícios propostos e resolvidos. Já nas escolas públicas observa-se alguns avanços no sentido de se organizar um projeto pedagógico seguindo as orientações curriculares propostas pela nova LDB.

O segundo fato é confirmado no documento Orientações Curriculares para o Ensino Médio”, elaborado por um grupo de consultores e leitores críticos:

No entanto, a prática curricular corrente, apesar de já passados sete anos desde a divulgação dos PCNEM, continua sendo predominantemente disciplinar, com visão linear e fragmentada dos conhecimentos na estrutura das próprias disciplinas, a despeito de inúmeras experiências levadas a cabo no âmbito de projetos pedagógicos influenciados pelos Parâmetros. Isto pode ser confirmado pelas propostas pedagógicas configuradas nos diferentes materiais didáticos utilizados nas escolas – apostilas, livros didáticos etc. Os autores desses materiais afirmam, muitas vezes, que contemplam os PCNEM, referindo-se a conteúdos ilustrados e a exemplos de aplicações tecnológicas. Um olhar um pouco mais acurado mostra, no entanto, que isso não vai além de tratamentos periféricos, quase que para satisfazer eventuais curiosidades, sem esforço de tratar da dimensão ou do significado conceitual e, muito menos, de preocupação por uma abordagem referida no contexto real e tratamento interdisciplinar, com implicações que extrapolem os limites aí definidos. Na essência, aparecem os mesmos conteúdos, nas mesmas séries, com pouca significação de conceitos que permitam estimular o pensamento analítico do mundo, do ser humano e das criações humanas (BRASIL, 2006, p. 101).

Segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), levando-se em consideração os princípios da contextualização, da interdisciplinaridade e da flexibilidade na abordagem dos conteúdos no ensino de

Química, a organização curricular dos livros didáticos deveria não mais fazer distinção entre Química Geral, Físico-Química e Química Orgânica. No entanto, a pesquisa aqui apresentada mostra que o ensino de Química, especialmente o de Química Orgânica, está longe de atingir este patamar. Tanto a concepção dos professores quanto os materiais didáticos utilizados transparecem a divisão clássica dos conteúdos, principalmente nas escolas particulares. No entanto, com o PNLEM, esta situação pode mudar. Entre as obras de Química aprovadas pela comissão, algumas apresentam adequação com os temas estruturadores, contextualização, sugestões de experimentação e interdisciplinaridade de acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, como pode ser verificado no quadro 12.

Segundo a análise dos planos de curso e dos depoimentos dos professores, o papel da experimentação para a contextualização e a interdisciplinaridade está sendo pouco valorizado nas escolas. A estrutura das escolas e a organização didática não contempla essas necessidades. Algumas escolas promovem as feiras culturais, nas quais os alunos têm oportunidade de apresentar trabalhos e/ou experiências de seu cotidiano.

Percebe-se que os professores têm pouco conhecimento do projeto pedagógico da escola (ou o projeto pedagógico não está de acordo com as orientações curriculares para o Ensino Médio). Estas deficiências pressupõem que os órgãos governamentais constituídos não oferecem aos professores as oportunidades e eventos necessários à formação continuada. Os professores sentem-se pouco motivados a buscar as informações necessárias, a participação em encontros e seminários da área da Química, como aqueles promovidos pela SBQ. Também há deficiência na aquisição de materiais didáticos e paradidáticos para atualização dos conhecimentos químicos, tais como *Química Nova na escola*, revistas da SBPC, sites eletrônicos e outras fontes que trazer experiências novas para incrementar sua prática pedagógica. Os problemas enfrentados pelos professores, especialmente nas escolas públicas, são muitos, como pode ser percebido nos depoimentos dos professores (ver capítulo 4), que vão desde a valorização salarial do professores, aquisição de materiais didático-pedagógicos, problemas sociais da clientela escolar, desinteresse dos alunos e tantos outros.

Outra dificuldade que ocorre principalmente em escolas públicas está relacionada com o corpo docente. Muitas vezes, os professores da disciplina são interinos. Seus contratos são feitos após o período de planejamento pedagógico. Se

não há professor de Química Orgânica, por exemplo, participando da elaboração do projeto pedagógica da escola, esta disciplina fica excluída das atividades de integração dos conteúdos com outras disciplinas ou do planejamento de atividades de contextualização. Estes professores “pegam o bonde andando” e, durante o ano letivo, fazem seu trabalho sem a devida integração com os demais componentes curriculares. E quando chega o final do ano letivo expira seu contrato e a história se repete...

Quanto ao ensino de Química Orgânica nas escolas de Ensino Médio, constatamos que:

- 1 – continua sendo trabalhada como disciplina estanque, não havendo a devida integração com a Biologia e outras disciplinas correlatas, sem a devida contextualização e sem valorizar os conhecimentos prévios, vivências, saberes e concepções dos alunos, o que pode ser deduzido dos depoimentos dos professores;
- 2 – os materiais didáticos usados trazem erros conceituais e poucas atualizações quanto às regras de nomenclatura dos compostos orgânicos, como é apresentado no capítulo três desta dissertação.
- 3 – a carência dos recursos didático-pedagógicos dificulta aos professores melhorar a qualidade das aulas.

Espera-se que, com a implantação do PNLEM e a escolha adequada dos livros de Química a serem adotados nas escolas possa trazer novo alento ao ensino da Química, especialmente da Química Orgânica. A escolha de autores que adequaram em suas obras aos PCNEM irá trazer novas perspectivas à prática pedagógica.

No capítulo três mostramos que os livros didáticos de Química Orgânica trazem erros conceituais e desatualizações quanto às regras de nomenclatura e terminologia usada na isomeria. É necessário que as recomendações da IUPAC sejam aplicadas pelos autores. Sabe-se que os conteúdos de Química Orgânica são muito extensos em função do grande número de compostos orgânicos conhecidos e que é preciso haver uma seleção desses conteúdos para serem tratados no Ensino Médio, além de sua contextualização e inter-relação com as disciplinas afins, sua aplicação ao cotidiano e demais recomendações da nova LDB. No entanto, há necessidade de se sistematizar as regras de nomenclatura, usado as terminologias corretas em cada uma das situações para que não sejam criados os “*vícios de difícil*

eliminação nos alunos que ingressam” na universidade, como foi relatado por José Augusto Rodrigues (QNN nº 13, 2001, p. 22).

O estudo da nomenclatura dos compostos orgânicos, como é apresentado nos livros didáticos clássicos ou tradicionais e nas apostilas usadas nas escolas, exige um grande número de aulas, ocupando uma carga horária excessiva das aulas destinadas ao estudo da Química Orgânica, além de se tornar cansativa para os alunos. Faz-se necessário a sistematização do estudo da nomenclatura na tentativa de se realizar esse estudo com eficácia num período menos longo e que esteja de acordo com as alterações recomendadas pela IUPAC.

Segundo as recomendações da IUPAC, a nomenclatura dos compostos orgânicos consiste na aplicação da seguinte regra geral:

Prefixo + infixo + sufixo

onde o **prefixo** indica o número de átomos de carbono (met, et, prop, but, pent etc.); o **infixo** indica o tipo de ligação entre os átomos de carbono (an, en, in, a...dien, a...trien, a...di-in, enin etc); e o **sufixo** indica a função (o, ol, al, ona, óico, amina, amina, tiol, tiona, nitrila etc.). Deve-se observar o uso correto dos localizadores, prefixos multiplicadores, hífen e vírgula, além da ordem correta da enumeração dos átomos de carbono da cadeia. As figuras 28, 29 e 30 indicam algumas aplicações dessa regra geral.

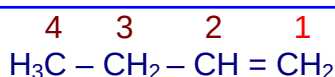


Fig. 28

Prefixo = **but**

Infixo = **en** (dupla no carbono 1)

Sufixo = **o**

Nome sistemático: **but-1-eno**

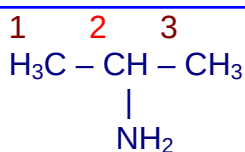


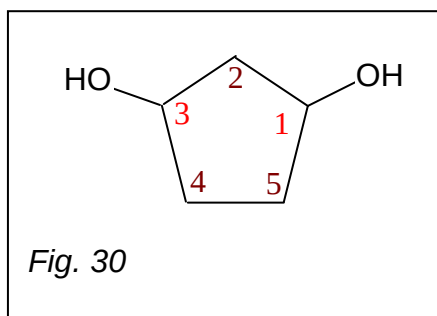
Fig. 29

Prefixo = **prop**

Infixo = **an**

Sufixo = **amina** (grupo -NH_2 localizado no carbono 2)

Nome sistemático: **propan-2-amina**



Cadeia cíclica: **ciclo**

Prefixo = **pent**

Infixo = **an**

Sufixo = **diol** (dois grupo $-OH$ localizados nos carbono 1 e 3)

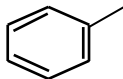
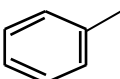
Nome sistemático: **ciclopentano-1,3-diol**

Figuras 28, 29 e 39 – Nomenclatura sistemática

Esta regra geral se aplica para compostos simples, sem ramificações, e dos principais grupos funcionais. Ocorrendo ramificações ou grupos ligantes, acrescenta-se adendos à regra geral: identificação da cadeia principal, enumeração correta dos átomos de carbono da cadeia, ordem alfabética dos substituintes, uso correto dos localizadores, prefixos multiplicadores, hífen e vírgulas, se for o caso.

A tabela 14 mostra os principais ligantes e/ou substituintes das moléculas orgânicas. Percebe-se que os grupos funcionais haleto orgânico, éter, nitrocomposto e nitrosocomposto são denominados como substituintes, portanto, como prefixos.

Quadro 14 – Grupos ligantes ou substituintes

— CH ₃ metil	— Cl cloro	— O-CH ₃ metóxi
— CH ₂ - CH ₃ etil	— F fluoro	— O-CH ₂ -CH ₃ etóxi
— CH ₂ - CH ₂ - CH ₃ propil	— Br bromo	— O-CH ₂ -CH ₂ -CH ₃ propóxi
— CH = CH ₂ etenil (vinil)	— I iodo	
— CH ₂ - CH = CH ₂ prop-2-enil (alil)	— NO nitroso	 fenil
— C ≡ CH etinil	— NO ₂ nitro	 CH ₂ — benzil
— CH ₂ - C ≡ CH prop-2-inil (propargil)	 — ciclopropil	

Nas figuras 31, 32 e 33 temos exemplos de aplicação da nomenclatura sistemática em compostos com grupos substituintes ou ligantes:

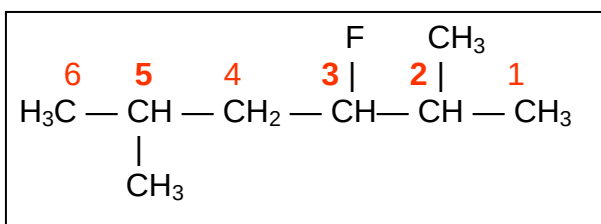


Figura 31 – 3-fluoro-2,5-dimetilhexano.

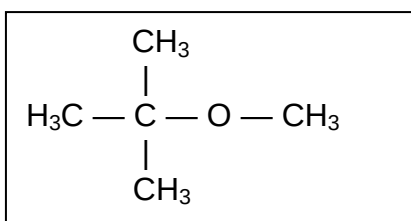


Figura 32 – 2-metil-2-metoxipropano

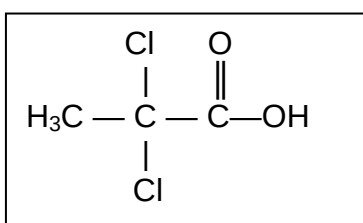
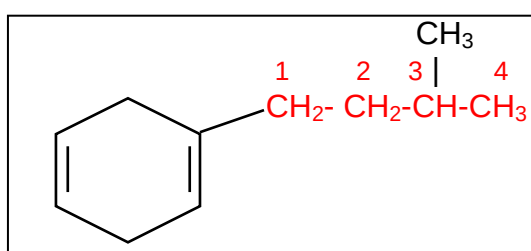


Figura 33 – ácido 2,2,-dicloropropanóico

As ramificações mais complexas podem ser tratadas como cadeias secundárias, evitando-se, assim, a memorização de termos como “isopropil”, “sec-butil”, “terc-butil”, “neoamil” e outros, como mostra a figura 34.



1-(**3-metilbutil**)ciclo-hexa-1,4-dieno

ou

1-isopentilciclo-hexa-1,4-dieno

ou

1-isoamilciclo-hexa-1,4-dieno

Figura 34 – Ramificação complexa

Essa sistematização contempla também a nomenclatura das amidas e aminas. Nos textos dos livros didáticos é aplicada essa nomenclatura para amidas mono e dissustituídas, mas existe uma resistência muito grande dos autores em aplicá-la às aminas secundárias e terciárias e poliaminas. O quadro 15 mostra o quanto que essa regra facilita a nomenclatura desses compostos:

Quadro 15 – Sistematização da nomenclatura de amidas e aminas

AMIDAS	AMINAS
Amida: $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} - \text{NH}_2 \end{array}$ Nome sistemático: etanamida	Amina primária: $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$ Nome sistemático: etanamina
Amida monossubstituída: $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} - \text{NH} - \text{CH}_3 \end{array}$ Nome sistemático: N-metiletanamida	Amina secundária: $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CH}_3$ Nome sistemático: N-metiletanamina
Amida dissubstituída: $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} - \text{N} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ Nome sistemático: N,N-dimetiletanamida	Amina terciária: $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{N} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ Nome sistemático: N,N-dimetiletanamina
Diamida: $\begin{array}{c} \text{O} \qquad \text{O} \\ \qquad \\ \text{H}_2\text{N} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{NH}_2 \end{array}$ Nome sistemático: propanodiamida	Diamina: $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \qquad \text{NH}_2 \end{array}$ Nome sistemático: butano-1,4-diamina

Para a nomenclatura de derivados de ácidos carboxílicos como os ésteres, aplica-se o esquema mostrado na figura 35. Esquemas semelhantes podem ser aplicados à nomenclatura de haletos de ácidos, sais e anidridos. Esse estudo é muito útil para contextualizar determinados conteúdos, fazendo a abordagem da produção de sabões (sais de ácidos carboxílicos), detergentes (sais de ácidos sulfônicos), flavorizantes (ésteres) e outros produtos usados no cotidiano.

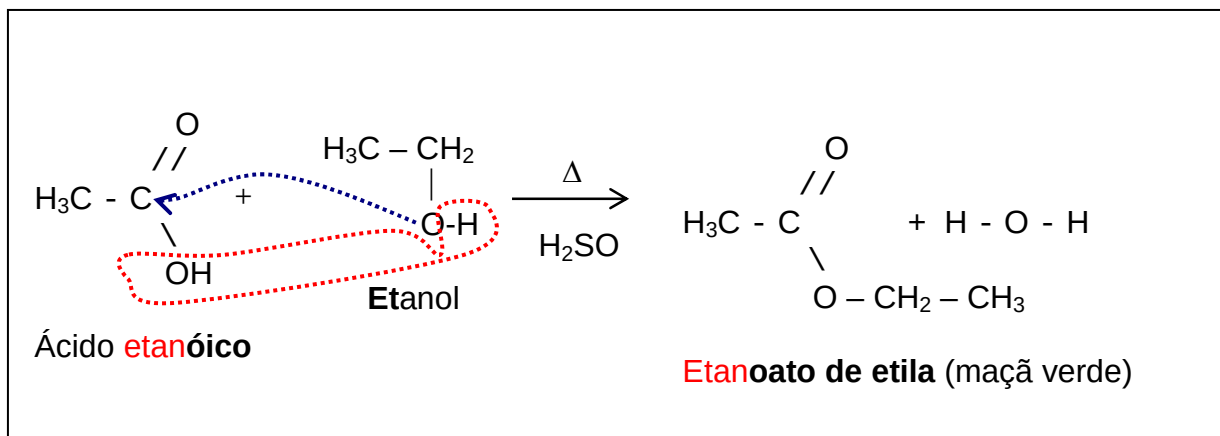


Figura 35 – Esquema para nomenclatura de éster.

Nos livros didáticos analisados, percebe-se poucas abordagens sobre os compostos de funções mistas, apesar da grande importância desses compostos no cotidiano.

A grande maioria dos compostos naturais existentes em vegetais, animais e demais organismos vivos e compostos sintéticos como os fármacos e defensivos agrícolas apresentam estruturas complexas com presença de mais de uma função orgânica. Sugere-se que nos livros didáticos sejam apresentados vários exemplos desses compostos com seus nomes triviais, suas aplicações e fontes acompanhadas da respectiva nomenclatura sistemática.

Para a nomenclatura sistemática desses compostos foi estabelecida a ordem de prioridade das funções. Desse modo, o nome sistemático é “construído” levando-se em consideração a função principal (sufixo) e denominando os demais grupos funcionais como substituintes (prefixos).

A ordem de prioridade funções orgânicas estabelecida pela IUPAC é a seguinte (as principais estão em negrito):

- 1^o - cátions terminados em ônio e semelhantes.
- 2^o - **ácidos carboxílicos**, perácidos, **ácidos sulfônicos**, ácidos sulfínicos.
- 3^o - derivados de ácidos, pela ordem: **anidridos**, **ésteres**, **haletos de acila**, **amidas**, hidrazidas, imidas, imidinas.
- 4^o - **nitrilas e isonitrilas**.
- 5^o - **aldeídos e tioaldeídos**.
- 6^o - **cetonas e tiocetonas**.
- 7^o - **álcoois**, **tioálcoois**, **fenóis**, **tiofenóis**, sulfatos, nitratos.
- 8^o - hidroperóxidos.

9º - **aminas**, iminas, hidrazinas.

10º - **éteres**, tioéteres, nitrocompostos e haletos orgânicos.

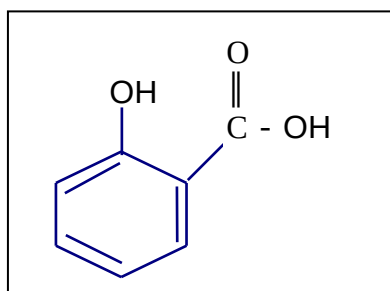
11º - peróxidos.

A tabela 16 traz a relação dos principais prefixos e sufixos usados na nomenclatura dos compostos de funções mistas.

Tabela 16 – Principais prefixos e sufixos, segundo a IUPAC

CLASSE	GRUPO FUNCIONAL	PREFIXO	SUFIXO
Ácidos carboxílicos	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} - \text{OH} \end{array} \quad (-\text{COOH})$	Carboxi-	Ácido...carboxílico Ácido...óico
Ácidos sulfônicos	- SO ₃ H	Sulfo-	Ácido...sulfônico
Álcoois, fenóis	- OH	Hidroxí-	-ol
Aldeídos	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} - \text{H} \end{array} \quad (-\text{CHO})$	Formil- -oxo	-carbaldeído -al
Amida	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} - \text{NH}_2 \end{array} \quad (-\text{CO}-\text{NH}_2)$	Carbamoil-	-carboxamida -amida
Aminas	- NH ₂	Amino-	-amina
Cetonas	$\begin{array}{c} \backslash \\ \text{C} = \text{O} \quad (-\text{CO}-) \\ / \end{array}$	Oxo-	-ona
Ésteres	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} - \text{O} - \end{array} \quad (-\text{COO}-)$	(R)-oxicarbonil	...oato de (R) ...carboxilato de (R)
Éteres	R – O – R	(R)-oxi-	----
Haletos de acila	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} - \text{halogêneo} \end{array}$	Halocarbonil-	Haleta de ...oíla Haleta de ...carbonila
Nitrilas	- C $\equiv$ N	Ciano-	-nitrila -carbonitrila
Sulfetos (tioéter)	R – S – R	(R)-sulfanil-	-----
Tióis	-SH	Sulfanil-	-tiol

Dois exemplos desses compostos são mostrados nas figuras 36 e 37.



Função principal: ácido carboxílico

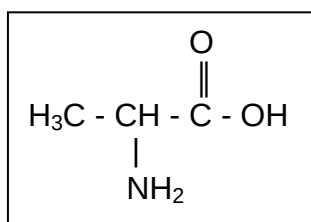
Função secundária: fenol

Nome sistemático:

ácido 2-hidroxibenzóico (ou ácido o-hidroxibenzóico)

*Nome trivial: **ácido salicílico**, existente em plantas medicinais, usado como analgésico, antipirético etc.*

Figura 36 – Nomenclatura sistemática de composto de função mista



Função principal: ácido carboxílico

Função secundária: amina

Nome sistemático: ácido 2-aminopropanóico

*Nome trivial: **glicina** (um aminoácido)*

Figura 37– Nomenclatura sistemática de composto de função mista

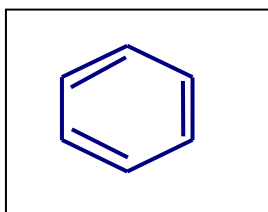
Uma das maiores complicações existentes entre os textos dos diversos livros didáticos se refere à denominação dos tipos de nomenclatura. A nomenclatura sistemática é tratada como “oficial” ou “IUPAC”, a nomenclatura de classe funcional e a trivial são tratadas como “usual”, “comum” ou “não-oficial”. Na verdade, nomenclatura oficial é toda nomenclatura reconhecida pela IUPAC. As principais são: sistemática, trivial e de classe funcional. Até aqui, citamos as principais regras de nomenclatura sistemática. Porém, é necessário apresentar também as nomenclaturas trivial e de classe funcional, pois os compostos mais freqüentes no cotidiano são geralmente apresentados com esses nomes, tais como: álcool etílico, ácido acético, iso-octano, clorofórmio, éter dietílico, benzeno, tolueno, ácido acetilsalicílico, acetona, glicerol e tantos outros.

No entanto, os textos dos livros didáticos devem padronizar essas nomenclaturas, adequando-as às regras da IUPAC.

A nomenclatura de classe funcional se aplica principalmente aos álcoois, cetonas, éteres, nitrilas e anidridos.

A nomenclatura trivial, muito usada em ácidos carboxílicos e seus derivados, é particularmente importante para o estudo do benzeno e seus derivados. O nome

sistemático é muito complexo, como e mostrado na figura 38, tanto que o nome “benzeno” é adotado como sistemático para este composto e seus derivados.



Nome sistemático: *ciclo-hexa-1,3,5-trieno*
Nome trivial: *benzeno*

Figura 38 – Nomenclatura trivial

O fenômeno da isomeria, apesar de ser pouco enfatizado nos PCNEM, constitui um tema relevante a ser abordado para contextualização da Química Orgânica. Ela nos proporciona o entendimento por que duas substâncias com a mesma fórmula molecular, como o etanol e o éter dimetílico apresentam propriedades físicas tão distintas. Ela fornece os conhecimentos para mecanismos de ação de ferormônios, da visão, dos efeitos colaterais de medicamentos como a talidomida e tantos outros fenômenos comuns no cotidiano.

No entanto, é necessário atualizar a terminologia. Em vez de isomeria plana (as moléculas orgânicas são tridimensionais), deve-se usar o termo “constitucional” ou “estrutural”, pois os isômeros constitucionais diferem entre si pela conectividade entre os átomos, o que facilmente pode ser demonstrado com o auxílio de modelos espaciais do tipo bola-vareta, disponíveis no mercado, ou então com modelos de isopor de fácil aquisição. Para isomeria espacial recomenda-se o uso do termo “estereoisomeria”, que pode ser *cis-trans* ou com carbono assimétrico. Deve-se fazer a distinção na associação dos prefixos “*cis-trans*”, “*E – Z*” ou “*R – S*” para diferenciar os estereoisômeros. Outrossim, é necessário esclarecer o que significa um carbono ser assimétrico e quando uma molécula é quiral. Pode-se, com auxílio de modelos espaciais, demonstrar a diferença entre a (*R*)-asparagina, de sabor amargo, e a (*S*)-asparagina, de sabor doce. As duas apresentam a mesma conectividade, mas há uma diferença na orientação espacial dos ligantes do carbono assimétrico. Por serem moléculas diferentes, devem ter nomes diferentes, o que é indicado pelos estereodescritores *R* e *S*. Para fazer essa distinção, deve-se conhecer a nomenclatura CIP (Cahn – Prelog – Ingold).

Para um trabalho interdisciplinar com a Biologia, principalmente, pode-se fazer um estudo sobre as proteínas. Procura-se levar ao entendimento dos alunos a

diferença entre os aminoácidos das séries D e L, sendo que normalmente somente os da série L participam das ligações peptídicas para a formação das proteínas; quando alguma proteína da série D consegue se “infiltrar” na proteína, pode levar à transmutação genética ou à formação de célula cancerígena.

O estudo da nomenclatura dos compostos orgânicos proporciona muitas situações concretas para se estabelecer a tríade que norteia o ensino da Química Orgânica: **estrutura – nomenclatura – propriedade**. Para o ensino mais consistente, esta tríade deve ser trabalhada de forma contextualizada, relacionada com a vivência dos alunos e articulada com outros componentes curriculares, especialmente a Biologia.

A nossa pesquisa evidencia que a realidade do ensino de Química Orgânica está muito distante deste objetivo e exige-se de muita ação para mudar essa realidade. Nosso estudo demonstra que tanto o MEC como grupos de educadores e pesquisadores, principalmente os que estão vinculados com a Divisão de Ensino da SBQ, já deram grandes contribuições para a implantação dos PCNEM e continuam seu trabalho em prol da melhor qualidade no ensino de Química e da Educação em geral. Porém, estas orientações e propostas chegam lentamente às unidades educacionais, encontrando forte resistência, talvez, devido às dificuldades que os professores estão enfrentando na sua prática pedagógica. Significa que muita coisa ainda deve ser feita, especialmente pelo poder público constituído nas diversas esferas da administração em nível federal, nos Estados e nos Municípios.

REFERÊNCIAS

ABREU, Rozana Gomes de. **A concepção de currículo integrado e o ensino de Química no “novo Ensino Médio”**. III Encontro Nacional de Pesquisa e Ensino de Química, Porto Alegre, 1998.

ANDRÉ, M. E. D. A. de. **Etnografia da prática escolar**. 8. ed. Campinas, São Paulo: Papirus, 1995.

ANJOS, E. I. **Modelos Mentais e Visualização Molecular: Uma Estratégia Para Ensinar Química Orgânica**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2004.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em ed: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BARBOSA, Luiz Cláudio de Almeida. **Química Orgânica: uma introdução para as ciências agrárias e biológicas**. Viçosa, Editora UFV, 2003.

BOTH, Luiz. Recomendações para a atualização da nomenclatura dos compostos orgânicos. **Revista da Química Industrial**, setembro/2005, nº 723, p. 16-20, Rio de Janeiro, RJ.

BRASIL. Ministério da Educação – MEC – Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec – **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 2004.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9394 de 20 de dezembro de 1996.

_____. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Resolução CEB nº 3 de 26 de junho de 1998.

_____. Ministério da Educação – MEC – Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec – **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

_____. Ministério da Educação – MEC – Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec – **PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

_____. Ministério da Educação – MEC – Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec – **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2006.

_____. Ministério da Educação – MEC – Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec – **Química: catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio: PNLEM/2008**. Brasília: MEC/Semtec, 2007.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, Senado, 1988.

DIAS, Rosanne Evangelista. **Competências – um conceito recontextualizado no currículo para a formação de professores no Brasil**. Reunião Anual da ANPED, Caxambu, 2001.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. O Ensino Médio em questão. **Química Nova na Escola**. São Paulo, nº 7, maio 1988.

_____. Os parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. **Educação & Sociedade**. Campinas, setembro 2002.

_____. **Ensino de química e conhecimento cotidiano**. XX Reunião Anual da SBQ. Poço de Caldas, 1997.

FERNANDES, Ana Cristina; HEROLD, Bernardo; MAIA, Hernâni *et alii*. **Guia Iupac Para A Nomenclatura De Compostos Orgânicos - Tradução Portuguesa nas Variantes Européia e Brasileira**. Lidel, Lisboa, 2002.

GOMES, Rita de Cássia Medeiros. Formação de Professores: um olhar ao discurso do docente formador. **Revista E-Curriculum**, São Paulo, v. 2, n. 3, dez. 2006.

MATOS, Ana Cristina S.; MOREIRA, Bárbara C. T. et al. **Nomenclatura de Compostos Orgânicos; modificações na legislação x objetivos dos livros didáticos do ensino médio a partir de 1970**. 29ª Reunião Anual da SBQ. Águas de Lindóia, São Paulo, 2006.

MORTIMER, Eduardo Fleury. A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário. **Em Aberto**. Brasília, ano 7, n.40, out./dez.,1988.

PEREIRA, Cláudio Luiz Nóbrega; SILVA, Roberto Ribeiro da. **A Formação de Professores e a Química Orgânica nos Livros Didáticos**. 29ª Reunião Anual da SBQ. Águas de Lindóia, São Paulo, 2006.

RODRIGUES, José Augusto Rosário. Recomendações da IUPAC para a Nomenclatura das Moléculas. **Revista Química Nova na Escola**. São Paulo, nº 13, maio, 2001.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza *et alii*. **Química e sociedade: volume único, ensino médio**. São Paulo: Nova Geração, 2005.

SCHAFER, Deise Zamboni; REZENDE, Daisy de Brito. **Representações do termo Orgânico para alunos ingressantes no Ensino Superior**. 29ª Reunião Anual da SBQ. Águas de Lindóia, São Paulo, 2006.

SCHNETZLER, Roseli P. **A pesquisa em ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas.** *Química Nova* v. 25 supl. 01, São Paulo, maio 2002.

SOLOMONS, Graham. FRYHLE, Craig. **Química Orgânica.** V-1, 7 – ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

VIANNA, Deise Miranda. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias: o processo de ensino-aprendizagem no Ensino Médio. **Salto para o futuro:** rede brasil.tv, 2004.

VIGOTSKI, Lev Semenovitch. **Obras escogidas I.** Madrid: Visor Dist, 1997.

Apêndice A - Caracterização das escolas

Universidade Federal de Mato Grosso
Área de Ensino de Química
Laboratório de Pesquisa e Ensino de Química - LabPEQ

Esse formulário faz parte da coleta de dados da dissertação de mestrado do professor Luiz Both, mestrando da Linha de Pesquisa de Educação em Ciências do Instituto de Educação da UFMT. O objetivo deste formulário é investigar o ensino de química orgânica nas escolas de Cuiabá. Deve-se destacar que os dados disponibilizados não serão repassados a terceiros, bem como, caso sejam utilizados na dissertação, os nomes reais serão mantidos em anonimato. Todas as informações serão extremamente importantes para a análise de nossos resultados, por isso, contamos com a sua colaboração.

Caracterização da Escola

NOME DA ESCOLA: _____☐ Estadual ☐ Federal ☐ Particular

Número de alunos da Escola: _____

Número de alunos no Ensino Médio _____

Número de alunos no 1º ano: _____

Número de alunos no 2º ano: _____

Número de alunos no 3º ano: _____

Número de professores de Química: _____

Número de professores que lecionam Química Orgânica: _____

ENDEREÇO: _____**TELEFONE:** _____ **E-MAIL:** _____

Anexo B - Caracterização dos professores

Caracterização do Professor**1) Dados Pessoais**

Nome: _____

Data de nascimento: ____/____/____ Naturalidade: _____

Sexo: F () M ()

Estado Civil: () casado () solteiro () Desquitado () outros

2) Formação Acadêmica

Qual o seu nível de instrução?

Nível de instrução	Curso/habilitação	Ano de Início/Término	Instituição/Cidade
Ensino Médio			
Graduação			
Especialização			
Mestrado			
Doutorado			

3) Experiência Profissional

a) Escola onde trabalha: _____

b) Vínculo com a escola: () Efetivo () Interino/Substituto () Outros

c) Turno em que trabalha nessa escola: () matutino () vespertino () noturno

d) Qual(is) série(s) você trabalha nessa escola: _____

e) Qual(is) disciplinas você ministra: _____

d) Há quantos anos você trabalha na área de educação como professor? ____ anos completos

e) Há quanto tempo você trabalha como professor de química? _____

f) Há quanto tempo você trabalha com a disciplina de Química Orgânica? _____

g) Qual é a sua jornada de trabalho semanal? _____

h) Exerce outra profissão além de professor? () sim () não Qual? _____

Sobre o Ensino de Química Orgânica

Em que série você ensina os conteúdos de Química Orgânica? _____

Qual a carga horária semanal dessa disciplina? _____

Qual o tempo de duração de uma aula: _____

Quantos alunos você tem (média) por turma? _____

Muito Obrigado!!!