

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

**ALIMENTOS: UMA TEMÁTICA GERADORA DO
CONHECIMENTO QUÍMICO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Maurícus Selvero Pazinato

Santa Maria, RS, Brasil.

2012

ALIMENTOS: UMA TEMÁTICA GERADORA DO CONHECIMENTO QUÍMICO

Maurícus Selvero Pazinato

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde.**

Orientadora: Profa. Dra. Mara Elisa Fortes Braibante

Santa Maria, RS, Brasil.

2012

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**ALIMENTOS: UMA TEMÁTICA GERADORA DO CONHECIMENTO
QUÍMICO**

elaborada por
Maurícus Selvero Pazinato

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde

COMISSÃO EXAMINADORA:

Mara Elisa Fortes Braibante, Dra.
(Presidente/orientadora)

Maria Eunice Ribeiro Marcondes, Dra. (USP)

Nilda Berenice de Vargas Barbosa, Dra. (UFSM)

Santa Maria, 15 de março de 2012.

AGRADECIMENTOS

Gostaria, primeiramente, de agradecer a Deus, por ter guiado meus passos e iluminado meus pensamentos nessa caminhada.

Quero agradecer também, a minha família, meus pais e irmãos, pelo incentivo em todos os momentos da minha vida, por celebrarem minhas conquistas e me ajudarem em cada dificuldade. Pelo auxílio de vocês foi possível concretizar esse sonho.

O meu sincero agradecimento ao Professor Hugo Braibante, que foi a primeira pessoa que me deu uma oportunidade no meio acadêmico e que continuou auxiliando em toda a minha formação, tanto na graduação quanto no mestrado. Obrigado pela sua amizade, pelas conversas e pelos inúmeros ensinamentos.

A minha eterna gratidão a Professora Mara Braibante, por ter confiado em meu trabalho, desde as épocas de graduação. Obrigado por ter me concedido a honra de ser seu orientando no mestrado e pela oportunidade no doutorado. Agradeço à amizade, as conversas, as discussões científicas e educacionais e a compreensão em todo esse período.

A Andressa, minha namorada, obrigado por toda paciência, carinho e amor que teve comigo durante todos esses anos. Ao Gui, primo e companheiro de apartamento, obrigado pela incansável paciência nesses anos, amizade e pelo ótimo convívio.

A Marcele (Piti), fiel escudeira e companheira, obrigado pela amizade e parceria em todos os momentos, tanto na graduação quanto no mestrado. A Giovanna (Gi), obrigado por ser essa grande amiga e companheira de todas as horas, valeu pelas leituras e contribuições neste e em outros trabalhos. A Ediane, obrigado pelas conversas, amizade, cafés, mates e pela agradável convivência durante este ano.

As colegas e amigas do LAEQUI da velha geração: Denise, Janessa e Rita, obrigado pelo aprendizado que tive no convívio com vocês. Aos recém chegados: Leandro, Thaís e Fernando agradeço pelo apoio durante a nossa preparação para o processo seletivo e pela torcida nessa etapa. Ao Onésimo e a Thaís obrigado pela convivência e conversas.

Agradeço a professora Maria Eunice por fazer parte da minha banca de dissertação, pela receptividade em minha visita a USP e pela parceria no doutorado. A professora Nilda Barbosa, muito obrigado pelas valiosas contribuições neste trabalho. Agradeço também, ao professor Elgion Loreto, por participar da minha banca examinadora e por todos os “galhos quebrados” na coordenação do curso.

O meu muito obrigado aos demais professores do PPGECQVS por todas as discussões e ensinamentos e a Viviane pelo auxílio nas partes burocráticas e por todos seus emails, avisos, broncas, etc.

Obrigado a UFSM pela acolhida durante esses anos e a CAPES pelo auxílio financeiro na realização deste trabalho.

Há momentos na vida que custam a passar, mas que deixam na alma um sabor doce por saber que, apesar de difíceis, existem e podem ser vividos, e que por não nos matarem nos tornam mais fortes! São esses momentos que nos fazem sentir preenchidos e cheios de vontade de correr e ir mais além, lutando sempre e sem olhar para trás, porque o futuro pertence-nos e será aquilo que dele quisermos fazer. O destino surpreende-nos, põe-nos à prova, mas dá-nos sempre um reverso da medalha que por si só faz com que Tudo, mesmo Tudo, valha a pena!

Autor desconhecido.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências:
Química da Vida e Saúde
Universidade Federal de Santa Maria

ALIMENTOS: UMA TEMÁTICA GERADORA DO CONHECIMENTO QUÍMICO

AUTOR: MAURÍCIUS SELVERO PAZINATO
ORIENTADORA: MARA ELISA FORTES BRAIBANTE
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 15 de março de 2012.

O foco deste trabalho é o ensino de Química por meio da temática “Alimentos”. Desta forma procuramos desenvolver metodologias de ensino que associadas a esse tema promovessem a aprendizagem dos conteúdos de Química e auxiliassem no desenvolvimento de habilidades e competências necessárias para o exercício da cidadania. Antes da aplicação desta pesquisa, com o objetivo de detectar como a temática “Alimentos” é apresentada nas escolas de ensino médio, foram analisados os livros didáticos de Química mais utilizados pelos professores do RS até o ano de 2011 e uma das cinco obras aprovadas pelo PNLD-2012 em relação à abordagem dessa temática. Constatamos que todos os livros analisados apresentam os alimentos na tentativa de contextualizar os conteúdos de Química e o que os difere são as maneiras dessa abordagem. Além disso, através dessa análise, observamos que a série de livros aprovada pelo PNLD-2012 contextualiza a Química de uma forma mais consistente, utilizando diversas estratégias e abordando assuntos voltados a formação cidadã. No início dessa pesquisa, tínhamos como hipóteses que a abordagem tradicional da Química não obtém bons resultados no que se refere à aprendizagem dos estudantes e que a utilização da temática “Alimentos” aliada a metodologias de ensino diferenciadas auxiliariam na compreensão dos conceitos científicos e na formação cidadã. A partir disso, desenvolvemos duas oficinas temáticas e elaboramos um estudo de caso, que foram aplicados em uma turma da 3ª série do ensino médio de uma escola pública da cidade de Santa Maria - RS - Brasil. Os dados dessa pesquisa foram coletados através de questionários, produções textuais, exercícios, elaboração de relatórios e anotações realizadas pelo pesquisador durante as intervenções, e analisados conforme a análise textual discursiva. Através dos resultados dessa investigação, podemos concluir que o ensino de Química foi favorecido pela utilização da temática “Alimentos” e de metodologias de ensino baseadas no protagonismo dos alunos. Os estudantes sentiram-se motivados pelas diversas atividades propostas, principalmente pela realização de atividades experimentais. Assim, a Química foi abordada como um dos possíveis instrumentos para a compreensão do cotidiano, principalmente em relação aos alimentos e a uma alimentação saudável.

Palavras-chave: Ensino de Química. Alimentos. Oficinas temáticas. Estudo de caso.

ABSTRACT

Masters Dissertation
Graduate Program in Science Education:
Chemistry of Life and Health
Federal University of Santa Maria

FOOD: A GENERATING THEMATIC OF CHEMICAL KNOWLEDGE

AUTOR: MAURÍCIUS SELVERO PAZINATO
ADVISOR: MARA ELISA FORTES BRAIBANTE
Date and Location of Defense: Santa Maria, March 15th, 2012.

The focus of this paper is the teaching of Chemistry through the theme "Food". Therefore we seek to develop teaching methodologies which associated to this theme would promote the learning of the Chemistry contents and would help in the development of the skills and the competences necessary for the exercise of citizenship. Before applying this research, in order to detect how the theme "Food" is presented in high schools, it was analyzed the most used Chemistry textbooks by the teachers from RS up to the year 2011 and one of the five projects approved by the PNLD-2012 in relation to the approach of this theme. We verified that all books analyzed show food in an attempt to contextualize the content of Chemistry and that what distinguishes them is the kind of approach. Moreover, through this analysis, we noted that the series of books approved by the PNLD-2012 contextualizes Chemistry in a substantial way, using various strategies and approaching issues related to the civic education. At the beginning of this research, we had the supposition that the traditional approach of Chemistry do not get good results with regard to student learning and that the use of the theme "Food" matched to differentiated teaching methodologies would help the understanding of the scientific concepts and the civic education. From this, we developed two thematic workshops and prepared a case study, which were applied to a class of third grade of high school in a public school in the town of Santa Maria - RS - Brazil. The data of this study was collected through questionnaires, textual productions, exercises, preparing reports and notes taken by the researcher during the interventions, and analyzed according to the discursive textual analysis. Through the results of this investigation, we concluded that the teaching of Chemistry was favored by the use of the theme "Food" and teaching methodologies based on the role of students. The students felt motivated by the various activities proposed, especially by conducting experimental activities. Thus, the Chemistry was addressed as one of the possible tools to the understanding of daily life, particularly in relation to food and healthy eating.

Keywords: Teaching of Chemistry. Food. Thematic workshops. Case Study.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da subnutrição mundial.....	28
Figura 2 - A Molécula de água: modelo bola e bastão (2a), modelo espaço cheio (2b).....	44
Figura 3 - Representação da união de duas moléculas de água por ligação de hidrogênio....	45
Figura 4 - Estrutura do gelo.....	46
Figura 5 - Representação das estruturas químicas nas formas de cadeia aberta da glicose (5a), frutose (5b) e galactose (5c).	48
Figura 6 - Representação do D(+)-gliceraldeído (6a) e L(-)-gliceraldeído (6b).....	49
Figura 7 - Representação da D(+)-glicose (7a) e L(-)-glicose (7b).	50
Figura 8 - Representação da D-alose (8a), D-altrose (8b), D-glicose (8c), D-manose (8d), D-gulose (8e), D-dose (8f), D-galactose (8g) e D-talose (8h).....	50
Figura 9 - Representação do pirano (9a) e do furano (9b).....	51
Figura 10 - Formação dos anéis piranosídicos (10a e b) e furanosídicos (10c e d) a partir da D-glicose e D-frutose respectivamente.....	51
Figura 11 - Representação da sacarose (11a) e da lactose (11b).	52
Figura 12 - Representação da estrutura da amilose (12a) e da amilopectina (12b).	54
Figura 13 - Representação da fórmula geral dos α -aminoácidos (13a) e da forma ionizada (13b).	55
Figura 14 - Representação da unidade estrutural da proteína.....	56
Figura 15 - Estrutura secundária da proteína: forma helicoidal α -hélice (15a) e folhas β (15b).	57
Figura 16 - Diferentes tipos de estrutura de uma proteína.	57
Figura 17 - Sequência dos aminoácidos da caseína.....	59
Figura 18 - Representação geral das configurações trans (18a) e cis (18b).....	62
Figura 19 - Estruturas químicas dos ácidos linolênico (19a) e linoléico (19b).....	67
Figura 20 - Representação da estrutura química do retinol (vitamina A).	68
Figura 21 - Estruturas químicas do 6-cromanol (21a), tocoferol (21b) e tocotrienol (21c)....	70
Figura 22 - Estruturas químicas das vitaminas K1, K2 e K3.	71
Figura 23 - Estrutura química da vitamina C.	72
Figura 24 - Elementos essenciais para a vida animal e vegetal.....	74
Figura 25 - Calorímetro.....	81
Figura 26 - Roda Alimentar.....	85

Figura 27 - Pirâmide dos Alimentos.....	86
Figura 28 - Diferentes formas da abordagem da temática pelos livros didáticos.....	94
Figura 29 - Materiais e reagentes utilizados na atividade experimental.	111
Figura 30 - Etapas da atividade experimental.	114

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1 - Abordagem temática.....	25
Esquema 2 - Etapas da elaboração das oficinas temáticas.	33
Esquema 3 - Processo de utilização do estudo de casos.....	37
Esquema 4 - Interação entre dois aminoácidos e formação de um dipeptídeo.....	55
Esquema 5 - Reação geral de formação dos triglicerídeos (5c).	60
Esquema 6 - Reação de hidrogenação.	65
Esquema 7 - Esquema da reação de formação do colecalciferol (7b) a partir do 7- dehidrocolesterol (7a).....	69
Esquema 8 - Processo de digestão dos alimentos.....	77
Esquema 9 - Reação de combustão da glicose.	78
Esquema 10 - O destino da glicose no corpo.	78
Esquema 11 - Obtenção de energia através da glicose.....	79
Esquema 12 - Relação entre Joule e caloria.	80
Esquema 13 - Etapas da pesquisa.....	104

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Temas estruturadores e suas abordagens.	22
Quadro 2 - Tarefas indispensáveis para o bom andamento do estudo de caso.	37
Quadro 3 - Características do estudo de caso “bom” e “ruim”.	38
Quadro 4 - Ameaça nos Laranjais e a identificação de elementos que auxiliam na elaboração de um “bom” estudo de caso.	39
Quadro 5 - Cadeias laterais (R) e abreviação dos vinte aminoácidos formadores das proteínas.	58
Quadro 6 - Substituintes do tocoferol e do tocotrienol.	71
Quadro 7 - Vitaminas do complexo B, suas estruturas químicas, funções biológicas e fontes.	73
Quadro 8 - Livros pesquisados e os conteúdos de Química relacionados com a temática.	95
Quadro 9 - Informações necessárias para a realização da atividade experimental investigativa.	111
Quadro 10 - Estudo de caso: A saúde de Maria Eduarda.	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Conteúdos de Química contemplados pela temática.	30
Tabela 2 - Composição centesimal dos nutrientes do organismo humano.	42
Tabela 3 - Teores de água em alguns alimentos.	44
Tabela 4 - Ponto de Fusão, Ponto de Ebulição e Massa molar de alguns solventes.	47
Tabela 5 - Número de insaturações versus PF.	62
Tabela 6 - Principais ácidos graxos presentes nos alimentos.	63
Tabela 7 - Funções, fontes e quantidades de ingestão recomendada por dia dos elementos essências.	75
Tabela 8 - Energia bruta e metabólica dos nutrientes energéticos.	81
Tabela 9 - Ingestão diária de energia, em Kilocalorias, recomendada para os homens e mulheres em diferentes faixas etárias.	82
Tabela 10 - Energia de alguns alimentos em Kilocalorias.	83
Tabela 11 - Gastos energéticos das diferentes atividades físicas.	84
Tabela 12 - Livros analisados, suas informações e código de identificação.	93
Tabela 13 - Descrição das intervenções.	108
Tabela 14 - Componentes de cada grupo da atividade experimental investigativa.	134
Tabela 15 - Componentes de cada grupo.	148

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução de indicadores na população brasileira acima de 20 anos de idade por sexo no Brasil.	29
Gráfico 2 - Ponto de fusão versus cadeia carbônica dos ácidos graxos.....	61
Gráfico 3 - Gênero da turma em dados percentuais.	105
Gráfico 4 - Faixa etária dos sujeitos da pesquisa em dados percentuais.	106
Gráfico 5 - Profissões que os alunos desejam seguir.....	120
Gráfico 6 - Porcentagem de alunos que já tiveram aulas experimentais.	123
Gráfico 7 - Relação da Química com os alimentos.	125
Gráfico 8 - Acertos dos alunos nos exercícios 1 e 2.....	131
Gráfico 9 - Acertos dos alunos no exercício 2.....	133
Gráfico 10 - Número de alunos que contemplaram cada um dos itens do relatório.....	142

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
LAEQUI	Laboratório para o Ensino de Química
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
RS	Rio Grande do Sul
CTS	Ciência Tecnologia e Sociedade
OMS	Organização Mundial da Saúde
PF	Ponto de Fusão
PE	Ponto de Ebulição
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
PIBID	Programa Institucional de Iniciação à Docência
ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
PBL	Problem Based Learning
SI	Sistema Internacional
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
EJA	Educação de Jovens e Adultos
MEC	Ministério da Educação
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
IMC	Índice de massa corpórea
HDL	Lipoproteína de alta densidade
HDL	Lipoproteína de baixa densidade
pH	Potencial Hidrogeniônico
ATP	Adenosina trifosfato

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1 - Questionário diagnóstico.....	170
Apêndice 2 - Exercício de identificação de funções orgânicas nas estruturas químicas de alguns alimentos.	171
Apêndice 3 - Guia da Oficina temática “Composição química dos alimentos”.	172
Apêndice 4 - Exercício de verificação dos conhecimentos adquiridos.....	173
Apêndice 5 - Guia da oficina temática “Alimentos, o combustível da vida”.	174
Apêndice 6 - Atividade de encerramento.	175

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	17
CAPÍTULO 1 – O ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DE TEMÁTICAS	21
1.1 Fundamentação teórica.....	21
1.2 A importância da temática “Alimentos”	27
1.3 Os conteúdos de Química relacionados com a temática “Alimentos”	30
1.4 Metodologias de ensino e a temática	31
1.4.1 Oficinas temáticas.....	32
1.4.2 Estudo de Casos	35
CAPÍTULO 2 – A QUÍMICA DOS ALIMENTOS.....	41
2.1 Alguns conceitos importantes e as funções dos alimentos no organismo	41
2.2 Composição química dos alimentos	43
2.2.1 Água.....	43
2.2.2 Carboidratos.....	47
2.2.3 Proteínas.....	54
2.2.4 Lipídeos	60
2.2.5 Vitaminas	68
2.2.6 Sais Minerais.....	74
2.3 Energia dos alimentos	76
2.3.1 A obtenção de energia através dos alimentos	76
2.3.2 Como é quantificada a energia dos alimentos	80
2.3.3 Alimentação balanceada	82
2.3.4 Guias alimentares.....	85
CAPÍTULO 3 – ANÁLISE DA ABORDAGEM DA TEMÁTICA “ALIMENTOS”	
NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA.....	87
3.1 Pesquisas nos livros didáticos: Uma breve revisão.....	87
3.2 Alimentos e os livros didáticos de Química.....	91
3.2.1 Aspectos metodológicos da análise dos livros didáticos	92
3.2.2 Resultados e discussões da análise dos livros didáticos	93
3.2.2.1 Presença da temática “Alimentos” nos livros didáticos.....	94
3.2.2.2 Conteúdos de Química contemplados pela temática.....	95
3.2.2.3 Formas de contextualização	97

CAPÍTULO 4 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	103
4.1 Contexto da pesquisa.....	105
4.2 Instrumentos para a coleta de dados	106
4.3 Desenvolvimento das intervenções	107
4.3.1 Apresentação da proposta	109
4.3.2 Oficina temática: Composição química dos alimentos.....	109
4.3.3 Oficina temática: Alimentos, o combustível da vida.....	112
4.3.4 Estudo de caso: A saúde de Maria Eduarda.....	115
4.3.5 Encerramento	117
4.4 Análise dos dados.....	117
CAPÍTULO 5 – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	119
5.1 Análise e discussão da apresentação da proposta.....	119
5.1.1 Perspectivas para o futuro	120
5.1.2 Disciplinas preferidas dos estudantes	121
5.1.3 Utilidade dos conteúdos vistos na escola.....	122
5.1.4 Aulas experimentais de Química	123
5.1.5 Relação da Química com o cotidiano	125
5.2 Análise e discussão da oficina temática “Composição química dos alimentos” ..	126
5.2.1 Concepções dos estudantes em relação à temática “Alimentos”	127
5.2.2 Concepções dos estudantes sobre uma alimentação saudável	128
5.2.3 Concepções dos estudantes acerca da composição química dos alimentos.....	129
5.2.4 Evolução do conhecimento químico.....	130
5.2.5 A importância da atividade investigativa.....	134
5.3 Análise e discussão da oficina temática “Alimentos, o combustível da vida”	137
5.3.1 A construção da pirâmide dos alimentos pelos alunos	138
5.3.2 Cálculo da energia das refeições do dia anterior dos estudantes	140
5.3.3 Atividade experimental sobre a energia dos alimentos.....	141
5.4 Análise e discussão do estudo de caso “A saúde de Maria Eduarda”.....	148
5.4.1 Possíveis soluções para o problema proposto.....	148
5.4.2 Avaliação dos estudantes sobre o caso	151
5.5 Análise e discussão do encerramento das atividades.....	153
CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	155
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159
APÊNDICES	171

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A Química estuda a natureza, a constituição e as transformações que ocorrem na matéria, para isso utiliza equações matemáticas, conceitos e fórmulas. A interpretação dos formalismos e códigos específicos é a grande dificuldade no entendimento da Química, sendo necessária a utilização de agentes facilitadores que promovam a aprendizagem dos alunos.

Em algumas situações, o ensino de Química não é bem interpretado por parte dos estudantes de ensino médio, pois em muitas escolas os conteúdos ainda são desenvolvidos predominantemente de maneira tradicional. O ensino tradicional tem como metodologia a transmissão de conteúdos e não leva em consideração os interesses e as ideias dos alunos, as atividades desse modelo didático são baseadas na exposição do professor com o apoio do livro didático e dos exercícios de revisão (PÉREZ, 2000). Esse modelo passivo de ensino não tem obtido bons resultados, implicando no desinteresse de grande parte dos estudantes por essa Ciência.

Na organização de um programa de ensino de Química é preciso identificar situações de alta vivência dos alunos para que, sobre elas, possam formar o seu pensamento químico mediado pela ação do professor e pela linguagem química. É necessário também, que tais situações permitam desenvolver um conjunto de conceitos químicos importantes e centrais na constituição do pensamento químico moderno junto aos alunos, sendo assim denominadas de “situações conceitualmente ricas” (MALDANER, 2000). A utilização de temáticas vem para contribuir com essas “situações”, já que proporciona o desenvolvimento dos conteúdos de Química associados a aspectos vivenciados pelos estudantes fora da sala de aula.

A abordagem de temáticas no ensino de Química, além de proporcionar o desenvolvimento dos conteúdos de forma contextualizada e favorecer o processo de ensino e aprendizagem, contribui para a formação do caráter cidadão dos alunos. Para Marcondes (2008) a contextualização no ensino é motivada pela utilização de temáticas que permitem o questionamento do que os alunos precisam saber de Química para exercer melhor sua cidadania, os conteúdos tratados em sala de aula devem ter uma significação humana e social, de maneira a interessar, provocar o aluno e permitir uma leitura mais crítica do mundo físico e social.

Considerando a escola um importante espaço para a aquisição de hábitos alimentares saudáveis, capaz de promover a saúde e prevenir doenças (SODRÉ, 2008), o problema de

pesquisa deste trabalho é **“Como a temática “Alimentos”, através da abordagem da sua composição química e energia, pode contribuir para a aprendizagem da Química e auxiliar no desenvolvimento da consciência cidadã por parte dos alunos?”**.

As hipóteses iniciais que esta pesquisa se baseou são: A abordagem tradicional da Química não tem suscitado interesse por parte dos alunos em seu estudo e desta forma não está correspondendo às expectativas de auxiliá-los na compreensão de assuntos do seu cotidiano. A contextualização dos conteúdos de Química através da temática “Alimentos” aliada a atividades baseadas no protagonismo dos alunos pode ser uma alternativa bem sucedida para o ensino dos conteúdos científicos e sua instrumentalização para o entendimento da realidade.

Neste contexto, esta trabalho tem como objetivo geral propor e avaliar a inserção da temática “Alimentos” em uma escola de ensino médio da cidade de Santa Maria, RS, por meio da sua relação com o desenvolvimento de alguns conteúdos químicos. Através da utilização dessa temática no ensino de Química, esta pesquisa tem os seguintes objetivos específicos:

- Analisar a abordagem da temática “Alimentos” nos principais livros didáticos de Química utilizados pelos professores do ensino médio;
- Realizar um levantamento das concepções dos estudantes de uma turma da 3ª série do ensino médio em relação à temática “Alimentos”;
- Abordar a Química como um dos possíveis instrumentos para a compreensão do cotidiano, principalmente em relação aos alimentos e a uma alimentação saudável;
- Relacionar a disciplina de Química com as outras Ciências exatas;
- Elaborar e aplicar oficinas temáticas em uma turma da 3ª série do ensino médio;
- Auxiliar a capacitação dos estudantes na interpretação de textos e resolução de problemas através da aplicação de um estudo de caso;
- Investigar as contribuições das ações facilitadoras utilizadas neste trabalho para a aprendizagem da Química e para a construção do pensamento crítico e cidadão dos alunos.

Com o propósito de auxiliar na compreensão de todas as etapas desta pesquisa: construção da proposta, aplicação e análise dos resultados, esta dissertação foi estruturada em seis capítulos.

No capítulo 1, **O ensino de Química através de temáticas**, é apresentada uma fundamentação teórica sobre a utilização de temas no ensino. A importância da temática “Alimentos” e sua relação com os conteúdos de Química do ensino médio são tópicos de

destaque deste capítulo, bem como as metodologias de ensino que podem ser utilizadas através da abordagem desse tema: oficinas temáticas e estudo de caso.

O capítulo 2, **A Química dos Alimentos**, apresenta uma breve revisão bibliográfica a respeito das funções, da composição e da energia dos alimentos. Portanto, este capítulo contempla a riqueza de conteúdos químicos, estruturas e conceitos que podem ser relacionados aos alimentos.

No capítulo 3, **Análise da abordagem da temática “Alimentos” nos livros didáticos de Química**, é apresentada a relação dos livros didáticos de Química do ensino médio escolhidos para a análise e a justificativa da sua escolha. Ainda neste capítulo é discutido a maneira da abordagem da temática e os conteúdos químicos contemplados.

Já no capítulo 4, **Procedimentos metodológicos da pesquisa**, é apresentado o tipo de pesquisa e os instrumentos utilizados para a coleta de dados. O ambiente e os sujeitos da pesquisa são caracterizados bem como a descrição de todas as intervenções realizadas na escola.

No capítulo 5, **Análise e discussão dos resultados**, é apresentado os resultados obtidos na pesquisa e uma avaliação das ações desenvolvidas por este projeto.

Por fim, a partir da proposta dessa pesquisa e dos resultados obtidos, no capítulo 6, **Considerações finais**, são retomadas as atividades desenvolvidas nesse trabalho, além de ser discutida a sua validade para o ensino de Química e para formação cidadã dos estudantes.

Assim, antes de iniciar os capítulos desta dissertação, deve ficar claro que, neste trabalho, não pretendemos fazer prescrições alimentares, já que para isso seria necessário um estudo das necessidades biológicas de cada indivíduo e ser realizada por especialistas da área como os nutricionistas. Portanto, relacionamos os conceitos químicos com a temática “Alimentos” com o intuito de debater e refletir com os estudantes do ensino médio os seus hábitos alimentares para que todos estejam aptos, através do ponto de vista da Química, a dar preferência a alimentos saudáveis e consumir as quantidades de calorias indicadas a sua faixa etária e sexo.

CAPÍTULO 1 – O ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DE TEMÁTICAS

1.1 Fundamentação teórica

A inserção de temáticas no ensino vem sendo alvo de estudo por muitos grupos de pesquisa nos últimos anos. Como um dos referenciais teóricos, esses pesquisadores têm os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que são orientações do Governo Federal para a estruturação do ensino fundamental no Brasil.

Os PCN orientam para que os professores desenvolvam os conteúdos de suas disciplinas utilizando os temas transversais, que foram eleitos por envolverem problemáticas atuais sociais e urgentes. Os temas sugeridos são: “ética”, “pluralidade cultural”, “meio ambiente”, “saúde”, “orientação sexual” e “trabalho e consumo”, contemplando os programas curriculares de todas as disciplinas, sendo os quatro últimos mais aplicáveis para o ensino das Ciências Naturais. De acordo com os PCN (1998), os conteúdos relacionados com os temas transversais são considerados como um meio para o desenvolvimento amplo do aluno e para a sua formação como cidadão. Considera ainda que através da inserção de temas transversais o professor contempla outras áreas do conhecimento em suas aulas.

Embora esse documento seja voltado para o ensino fundamental, os temas transversais podem ser discutidos em outros níveis de escolaridade, como no ensino médio, sendo possível sua relação com a disciplina de Química (FERREIRA e WORTMANN, 2007). Esta ideia é corroborada pelo crescente número de trabalhos publicados nos Congressos de ensino de Química e nas revistas indexadas da área utilizando os temas transversais.

Araújo (2003) afirma que as disciplinas tradicionais não conseguem mais explicar a complexidade dos fenômenos atuais estudados, sendo necessária a utilização de temáticas que ultrapassem a própria articulação entre as disciplinas, o que chama de transversalidade. Em seu livro, *Temas transversais e a estratégia de projetos*, Araújo ressalta que:

A transversalidade relaciona-se a temáticas que atravessam, que perpassam, os diferentes campos do conhecimento, como se estivessem em uma outra dimensão. Tais temáticas, no entanto, devem estar atreladas à melhoria da sociedade e da humanidade e, por isso, abarcam temas e conflitos vividos pelas pessoas em seu dia a dia (ARAÚJO, 2003, p. 28).

Já os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCNEM) foram elaborados com o objetivo de fornecer alternativas didático-pedagógicas para a organização do trabalho escolar no nível médio. As três versões dos PCNEM (2000, 2002, 2006) foram estruturadas a fim de promover o desenvolvimento de competências nos alunos, através da relação dos conteúdos químicos com temas estruturadores.

As competências, sugeridas pelos PCNEM (2002), a serem desenvolvidas no ensino de Química são: **representação e comunicação**, que envolve a leitura, interpretação e representação de códigos e nomenclaturas da Química, a busca de informações bem como a produção e análise de textos; **investigação e compreensão** remete ao uso de ideias, conceitos, leis, modelos e procedimentos científicos relacionados com a Química; e **contextualização sociocultural** que é a utilização do conhecimento adquirido nas aulas de Química nos diferentes setores da sociedade, sua relação com aspectos políticos, econômicos, sociais, culturais e tecnológicos.

A organização dos conteúdos de Química através dos temas estruturadores contribui para o desenvolvimento das competências acima destacadas, pois tais temas permitem a abordagem de um conjunto de conhecimentos associados ao cotidiano dos alunos, assim, facilitam o entendimento do mundo. Os nove temas estruturadores do conhecimento químico são apresentados no Quadro 1.

Temas estruturadores	Abordagens
Reconhecimento e caracterização das transformações químicas	Permitem entender como o ser humano tem produzido materiais a partir dos recursos disponíveis na Terra e como vem modificando o seu ambiente e seus estilos e qualidade de vida.
Primeiros modelos de constituição da matéria	
Energia e transformação química	
Aspectos dinâmicos das transformações químicas	
Química e atmosfera	Enfocam os materiais extraídos e sintetizados pelo homem na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, seus processos de produção, seus usos e implicações ambientais, sociais, econômicas e políticas deles decorrentes.
Química e hidrosfera	
Química e litosfera	
Química e biosfera	
Modelos quânticos e propriedades químicas	Dá um fecho conceitual à visão física e química da estrutura da matéria.

Quadro 1 – Temas estruturadores e suas abordagens.

Além dos temas estruturadores sugeridos pelos PCNEM (2002), é recomendado ao professor que selecione outros temas que estejam de acordo com as necessidades de sua comunidade escolar. Esses temas contextuais organizadores contribuem para que a Química seja um instrumento da formação humana, que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania (PCNEM, 2006).

O desenvolvimento dos conteúdos curriculares através de uma abordagem temática, como é proposto nesta dissertação, encontra embasamento teórico em trabalhos de pesquisadores como: Freire (1987), Snyders (1988), Santos e Schnetzler (2003), Marcondes (2007, 2008), Delizoicov *et al.* (2009) e Santos e Mól (2010).

Paulo Freire, em *A Pedagogia do Oprimido* (1987), defende que a estruturação dos conteúdos que compõe o currículo escolar deve ser articulada com base em temas, que estejam de acordo com a realidade dos alunos. Para isso, Freire propõe a investigação temática, que compreende várias etapas que envolvem toda a comunidade escolar.

A primeira etapa da investigação temática consiste em um levantamento de dados a respeito das situações vivenciadas pelos alunos e seus familiares, para que se tenha uma aproximação entre a escola e sua comunidade. Considerando os dados obtidos, na segunda etapa são escolhidas “situações” contraditórias que necessitam ser compreendidas pelos alunos e professores. A terceira etapa, círculo de investigação temática, é estudada se as “situações” levantadas na etapa anterior, realmente são significativas para a comunidade escolar, caso forem consideradas relevantes, tais situações são denominadas de “temas geradores”.

É importante reenfatar que o “tema gerador” não se encontra nos homens isolados da realidade, nem tampouco na realidade separada dos homens. Só pode ser compreendido nas relações homens-mundo. Investigar o “tema gerador” é investigar, repitamos, o pensar dos homens referido à realidade, é investigar seu atuar sobre a realidade, que é sua práxis (FREIRE, 1987, p. 56).

Na quarta etapa, denominada de redução temática, são relacionados os conhecimentos científicos que são necessários para o entendimento dos “temas geradores”. Nesta perspectiva, é elaborado um programa que contempla conteúdos significativos para determinada comunidade escolar, essa escolha envolve uma equipe multidisciplinar de professores. Na redução temática o professor tem autonomia para a escolha dos conteúdos que serão desenvolvidos em suas aulas, desde que esses forneçam o suporte necessário para a visão geral do tema escolhido. Portanto, para Paulo Freire os temas de estudo são obtidos através da investigação temática.

Em seu livro, *A alegria na Escola* (1988), Snyders propõe uma ruptura ao ensino básico tradicional e defende a reestruturação da escola, através da organização dos conhecimentos baseados em temáticas. O autor faz questionamentos que nos remetem a uma reflexão sobre o que estaria faltando na educação dos jovens, para que apliquem em suas vidas os conteúdos que aprendem na escola e sintam-se motivados para aprender: “Por que existe um tal abismo entre o que a escola poderia ser, o que os alunos poderiam viver – e o que eles vivem na realidade? Por que o cultural não lhes dá satisfação? Por que o cultural escolar lhes dá pouca satisfação?” (1988, p.15).

Com o objetivo de aproximar o ensino da realidade dos alunos bem como favorecer a aprendizagem, Snyders defende a exploração didática de temas significativos que envolvam contradições sociais e proporcionem a renovação dos conteúdos programáticos. Para a escolha desses temas utiliza dois critérios: o primeiro diz respeito ao que ele chama de “fascínio” dos jovens pelos aparatos tecnológicos; o segundo refere-se à necessidade de discutir o balanço benefício-malefício da produção científico-tecnológica. É perceptível, através desses critérios, uma aproximação dos temas significativos propostos por Snyders com os temas do movimento conhecido como Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS (Delizoicov *et al.*, 2009).

De acordo com Santos e Schnetzler (2003) o movimento CTS surgiu por volta da década de 1970, devido a um conjunto de reflexões sobre os impactos da Ciência e da tecnologia na sociedade moderna. O ensino através de temas com enfoque em CTS tem por objetivo promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, contribuindo na construção de saberes, habilidades e valores necessários para atuarem de maneira responsável sobre questões relativas à Ciência e a tecnologia na sociedade. Assim, inserir a abordagem de temas CTS no ensino de Química significa ampliar o olhar sobre o papel da Ciência e da tecnologia e provocar o debate em sala de aula de questões ambientais, econômicas, sociais, políticas, culturais e éticas. Entretanto, essas discussões necessitam estar associadas à compreensão conceitual dos temas relativos a esses aspectos sociocientíficos, pois a tomada de decisão implica no entendimento de conceitos científicos relativos à temática em discussão (SANTOS, 2007).

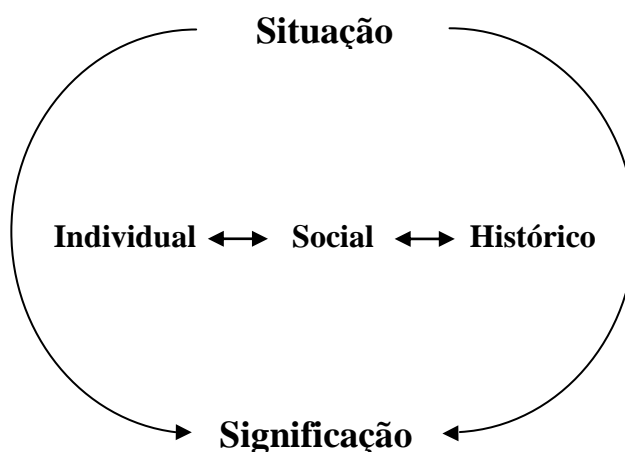
A contextualização do ensino de Química através de temáticas é proposta por Santos e Mól na série de livros “Química cidadã” (2010), que será analisada, no capítulo 3, em relação à abordagem da temática Alimentos. Nesta coleção de livros, os autores procuram por meio da contextualização temática, desenvolver valores e atitudes comprometidos com a cidadania.

A abordagem temática é feita de forma que o aluno compreenda os processos químicos envolvidos e possa discutir aplicações tecnológicas relacionadas ao tema, compreendendo efeitos das tecnologias na sociedade, na melhoria da qualidade de vida das pessoas e nas suas decorrências ambientais (SANTOS *et al.*, 2004, p. 12).

Para Marcondes (2008) a utilização de temáticas no ensino de Química não é entendida como apenas um pretexto para a apresentação de conteúdos químicos, trata-se de abordar dados, informações e conceitos para que se possa conhecer a realidade e propor formas de intervir na sociedade. Em seu artigo “Proposições metodológicas para o ensino de Química: Oficinas Temáticas para a Aprendizagem da Ciência e o Desenvolvimento da Cidadania”, ainda destaca que,

Os temas escolhidos devem permitir, assim, o estudo da realidade. É importante que o aluno reconheça a importância da temática para si próprio e para o grupo social a que pertence. Dessa forma, irá dar uma significação ao seu aprendizado, já possuindo, certamente, conhecimentos com os quais vai analisar as situações que a temática apresenta (MARCONDES, 2008, p. 69).

De forma diferente da abordagem tradicional, a qual organiza os conteúdos químicos em tópicos numa sequência fixa, uma abordagem baseada em temas, a “situação-problema” envolve diferentes aspectos do conhecimento químico para a sua compreensão e solução. Assim, a abordagem temática contribui para um estudo de realidade, enfocando uma situação que tenha significação individual, social e histórica (MARCONDES *et al.*, 2007).



Esquema 1- Abordagem temática.
(MARCONDES *et al.*, 2007)

Existem várias maneiras de entender uma abordagem temática. Uma delas é como um “*pretexto para a abordagem de conteúdos químicos*”, servindo apenas para introduzir os conceitos que se deseja ensinar, ou ainda, pode ser entendida como “*informação sobre o mundo físico, sobre processos produtivos socialmente importantes*”, desta forma tem como principal objetivo trazer conhecimentos para o aluno, deixando para uma escala pessoal a avaliação de situações e tomada de decisão. Ainda, pode ser entendida como “*conhecimento da realidade, julgamento e intervenção*”, nesta perspectiva os temas não são tratados apenas no contexto químico, mas também do ponto de vista social, convidando o aluno a elaborar seu próprio ponto de vista a respeito da problemática e poder decidir individualmente ou em grupo (MARCONDES *et al.*, 2007).

No livro, *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*, os autores Demétrio Delizoicov, José André Angotti e Marta Pernambuco alertam para o desafio da construção de um currículo que adote a abordagem temática, pois esta representa uma ruptura na lógica dos currículos atuais elaborados, estruturados pela abordagem conceitual, que privilegia os conteúdos escolares com base em um elenco de conceitos científicos. Diferentemente do que é proposto pelo modelo tradicional de ensino é defendida uma concepção progressista e transformadora de educação escolar, que tem como característica a renovação dos conteúdos curriculares articulada ao trabalho com temas (DELIZOICOV *et al.*, 2009).

A abordagem de temáticas pode auxiliar os professores a selecionar qual parte dos conhecimentos científicos precisa ser enfatizada no processo educativo. Os autores destacam que:

Trata-se, então, de articular na programação e no planejamento, temas e conceitos científicos, sendo os temas, e não os conceitos, o ponto de partida para a elaboração do programa, que deve garantir a inclusão da conceitualização a que se quer chegar para a compreensão científica dos temas pelos alunos (DELIZOICOV *et al.*, 2009, p. 273).

Assim, tendo esses pesquisadores como principais referências, o nosso grupo de pesquisa, Laboratório para o Ensino de Química - UFSM (LAEQUI), tem se dedicado ao estudo das implicações da inserção de temáticas no ensino. A contextualização, a aplicação da Química nos fatos do dia a dia e a formação de estudantes aptos cientificamente a atuar na sociedade são propósitos fundamentais adotados pelos trabalhos baseados em uma abordagem temática. De acordo com essas perspectivas é que o LAEQUI tem relacionado a Química com muitas temáticas como: Alimentos, Agrotóxicos, Saúde bucal, Estética capilar, Festa,

Atmosfera, Chás, Medicamentos, entre outras e pesquisado a influência desta contextualização na aprendizagem dos conceitos químicos pelos alunos do ensino médio.

1.2 A importância da temática “Alimentos”

A deficiência de ácido ascórbico (vitamina C) no organismo provoca uma doença conhecida como escorbuto, que causa inflamações na gengiva, podendo levar até a morte. Essa doença foi responsável por uma grande baixa da tripulação da Marinha Inglesa em 1785, durante longas viagens que faziam em alto mar. A solução para esse problema só foi encontrada quando acrescentaram suco de limão, rico em vitamina C, nas refeições dos soldados e oficiais presentes nas navegações. Essa foi a primeira vez que os alimentos e a alimentação foram considerados como fatores importantes para assegurar a saúde de uma população (PALERMO, 2008).

Nos séculos XVIII e XIX, a compreensão da natureza química dos alimentos começou a ser um propósito fundamental para os químicos da época, eles acreditavam que esse conhecimento melhoraria os padrões nutricionais, elevando assim os níveis de saúde e prosperidade (COULTATE, 2004). A partir daí começaram grandes avanços na área dos alimentos, sendo que em 1900 a nutrição foi reconhecida como Ciência (PALERMO, 2008).

Os estudos em relação aos alimentos continuam evoluindo até os dias de hoje, e tem suscitado muitas pesquisas nas mais diversas áreas do conhecimento. Existem diversos aspectos sociais, culturais e geográficos que influenciam e retratam o tipo de alimentação de uma determinada população. Atualmente no mundo encontramos diversas disparidades em relação aos hábitos alimentares da população, sendo que dois problemas antagônicos, a desnutrição e a obesidade, merecem destaque.

A desnutrição ocorre quando por um período prolongado uma pessoa ingere quantidades insuficientes de alimentos, debilitando seu organismo, tornando-o mais propício a doenças e diminuindo suas defesas naturais. A grande maioria das pessoas desnutridas vive nos continentes asiático (30%) e africano (49%), conforme é ilustrado na Figura 1 (USBERCO *et al.*, 2009).

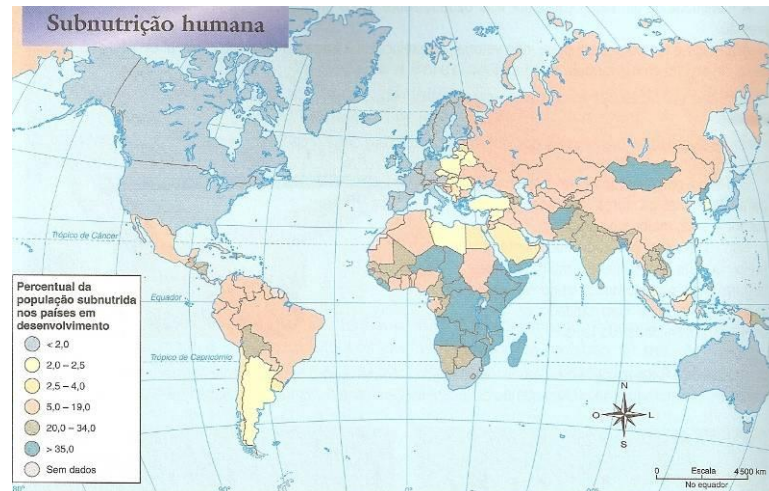


Figura 1- Mapa da subnutrição mundial.
(USBERCO *et al.*, 2009)

Durante muitos séculos, a falta de alimento foi um problema mundial, atualmente a obesidade é considerada uma epidemia que já afeta meio bilhão de pessoas em todo o mundo. Entre o início da década de 80 e o ano de 2008, a obesidade no mundo dobrou (FREEDMAN, 2011). A obesidade é a ingestão excessiva de alimentos que acarreta a formação de maior quantidade de tecido adiposo, levando a um excesso de peso. A quantidade de tecido adiposo num indivíduo normal é de 10% a 20%, porém nos obesos esse valor pode chegar a 50% (USBERCO *et al.*, 2009).

Acompanhando a tendência mundial, a obesidade se tornou um problema de saúde pública no Brasil, consequência das mudanças drásticas no estilo de vida da população brasileira, principalmente nos hábitos alimentares. Nos últimos anos, diversos fatores contribuíram para que isso ocorresse como: a urbanização e formação de grandes centros, participação da mulher no mercado de trabalho, aprimoramento no setor dos serviços de alimentação e a industrialização dos alimentos. Todos esses acontecimentos levaram as pessoas a se alimentarem fora do domicílio, com alimentos semi-preparados ou prontos para o consumo. Dentre eles se destacam o consumo dos chamados “*fast-food*” que de acordo com Silva (2000):

Caracterizam-se pela comercialização em cadeia (invariavelmente internacionais) que oferecem produtos bem definidos e com pouca variação (ex. hambúrguer). Não há consenso em sua definição, mas parece haver um acordo em defini-los como alimentos rápidos aqueles que se recebe dentro de três minutos após a escolha/pedido e consumidos no máximo em vinte minutos (SILVA, 2000, p. 6).

O aumento do consumo desse tipo de alimento aliado ao sedentarismo são os dois principais agravantes da aquisição de peso. As crianças e os adolescentes apresentam maior tendência a incorporar esses tipos de alimentos em suas dietas, esse diagnóstico é comprovado por uma Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF, 2009) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em parceria com o Ministério da Saúde, que aponta que uma em cada três crianças de 5 a 9 anos e um em cada cinco adolescentes estavam acima do peso. Obviamente, não são somente as crianças e os adolescentes vítimas do excesso de peso no Brasil, de acordo com a Gráfico 1, esse número vem em uma crescente desde 1974.

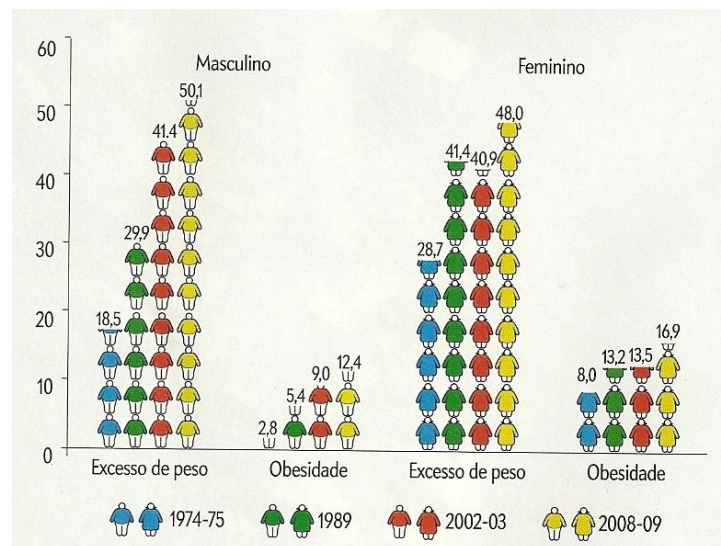


Gráfico 1 - Evolução de indicadores na população brasileira acima de 20 anos de idade por sexo no Brasil.

(FREEDMAN, 2011)

Considerando que o Brasil vive um período de transição nutricional, caracterizado pela substituição da desnutrição pelo excessivo consumo de alimentos, que pode levar ao excesso de peso ou até a obesidade, é importante que as pessoas tenham acesso a informações e reflitam sobre seus hábitos alimentares. De acordo com os estudos de Ipiranga (1995) as intervenções feitas pelos professores no ensino fundamental vão recair sobre indivíduos, que poderão reproduzir condutas alimentares adequadas à manutenção da saúde e do estado nutricional.

Considerando o crescente aumento de pessoas com sobrepeso ou obesas no Brasil, de acordo com os dados obtidos durante o senso e divulgados pelo IBGE (2011) 48,1% dos

brasileiros estão acima do peso e 15% são obesos, há cinco anos esses números eram 42% e 11% respectivamente, acreditamos na importância de discutir e refletir com os estudantes do ensino médio a respeito de sua educação nutricional, para que possam futuramente tomar decisões conscientes com o auxílio dos conhecimentos químicos aprendidos na escola, assim utilizando a Química como um instrumento que os auxilie a interpretar e compreender o mundo em sua volta.

Além das razões já citadas, existe outra para a escolha da temática “Alimentos” como geradora do conhecimento químico, sua riqueza conceitual, sendo possível através de sua abordagem desenvolver vários conteúdos de Química como veremos a seguir.

1.3 Os conteúdos de Química relacionados com a temática “Alimentos”

O estudo dos alimentos contempla muitos conteúdos de Química. Para compreender aspectos da composição química e a energia dos alimentos, bem como seus processos de produção ou de industrialização, a utilização de aditivos químicos na alimentação e as inúmeras reações químicas que ocorrem com os alimentos em nosso organismo é necessário o conhecimento de muitos tópicos da Química.

Tendo em vista os conteúdos do ensino médio, a Tabela 1 apresenta as séries e os conteúdos químicos que podem ser associados à temática “Alimentos”.

Tabela 1 – Conteúdos de Química contemplados pela temática.

(continua)

Série	Conteúdos contemplados
1 ^a	<ul style="list-style-type: none"> - Substâncias simples e compostas; - Misturas homogêneas e heterogêneas; - Processos de separação e fracionamento das misturas homogêneas e heterogêneas; - Fenômenos físicos e químicos; - Átomos, moléculas e íons; - Elementos da Tabela Periódica;

(conclusão)

Série	Conteúdos contemplados
1 ^a	<ul style="list-style-type: none"> - Ligações Químicas interatômicas e intermoleculares; - Tipos de reações químicas; - Funções inorgânicas (ácido, base de Arrhenius, sal e óxido);
2 ^a	<ul style="list-style-type: none"> - Estequiometria; - Soluções, classificação quanto ao estado físico, à natureza das partículas dispersas, a proporção entre soluto e solvente. Concentração das soluções: porcentagem e concentração g/L e mol/L; - Termoquímica, reações endotérmicas e exotérmicas, calor de reação: formação, combustão e energia de ligação; - Cinética química, fatores que influenciam na velocidade das reações: energia de ativação, temperatura, concentração, pressão, superfície de contato e catalisadores;
3 ^a	<ul style="list-style-type: none"> - Funções orgânicas; - Isomeria: isomeria plana (função e posição) e isomeria espacial (geométrica e óptica); - Reações orgânicas; - Carboidratos, aminoácidos, proteínas e lipídeos.

1.4 Metodologias de ensino e a temática

A abordagem dos conteúdos de Química através da temática “Alimentos” possibilita a utilização de várias metodologias de ensino. Dentre as diversas possibilidades, neste trabalho optamos por utilizar as oficinas temáticas e o estudo de caso como estratégias para o desenvolvimento da Química associada ao tema “Alimentos”. A seguir são apresentadas as principais definições e características destas proposições metodológicas de ensino.

1.4.1 Oficinas temáticas

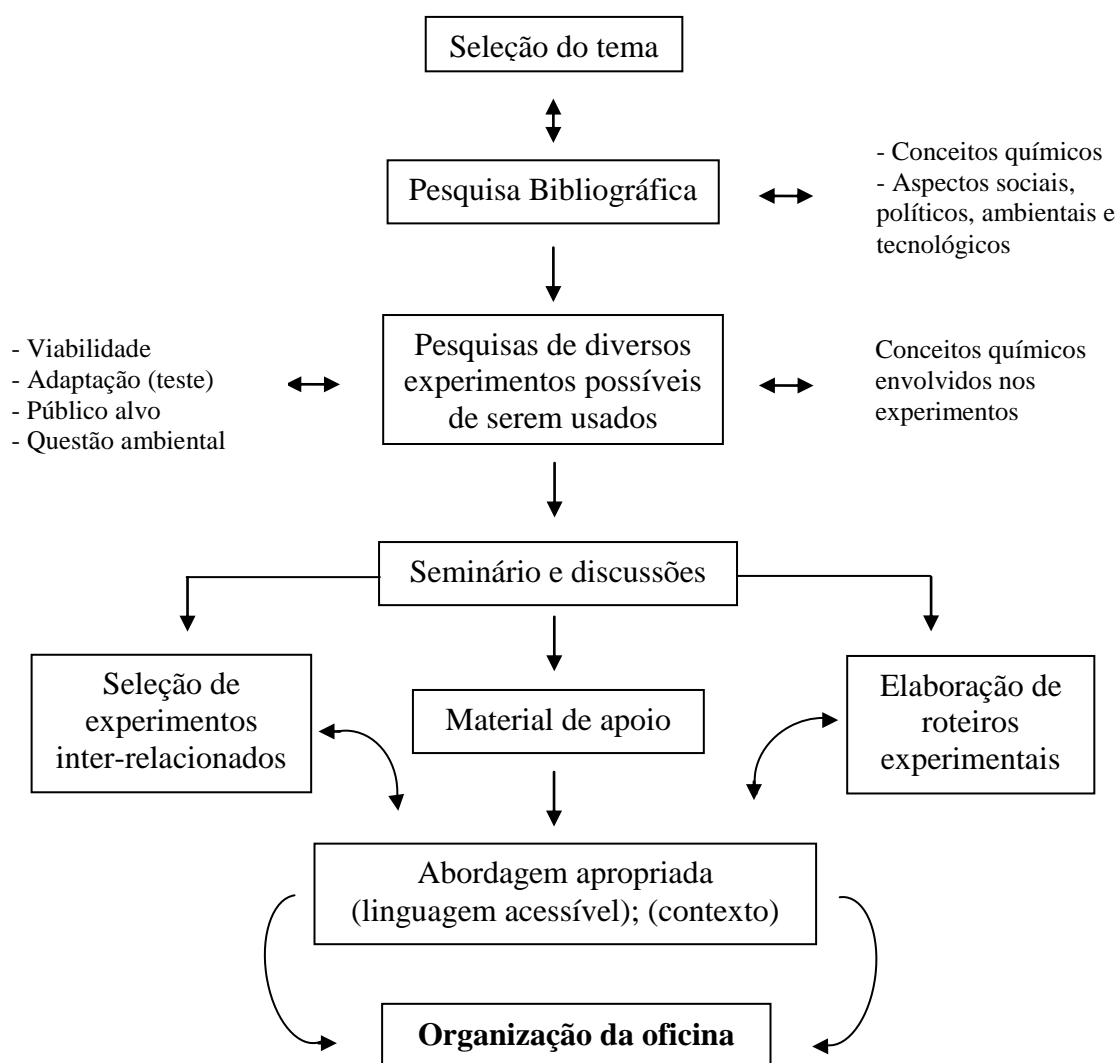
Na língua portuguesa, um dos significados da palavra **oficina** remete a ideia de “casa ou local de trabalho” e da expressão **temática** se refere a “assunto ou matéria”, a união desses significados que compõem o nome composto desta metodologia de ensino, nos conduz a conceituá-la como “um local em que se trabalha algum assunto”. Essa noção inicial a respeito das oficinas temáticas não é equivocada, porém esta muito aquém do completo sentido dessa proposição metodológica.

As oficinas temáticas possuem como alicerces a contextualização do conhecimento e a experimentação. A sua relevância no ensino de Química é corroborada pelo trabalho de Marcondes (2008), que aponta as principais características das oficinas temáticas como:

- Utilização da vivência dos alunos e dos fatos do dia a dia para organizar o conhecimento e promover aprendizagens;
- Abordagem dos conteúdos de Química a partir de temas relevantes que permitam a contextualização do conhecimento;
- Estabelecimento de ligações entre a Química e outros campos do conhecimento necessários para se lidar com o tema em estudo;
- Participação ativa do estudante na elaboração do seu conhecimento (MARCONDES, 2008, p. 68-69).

O desenvolvimento de uma oficina temática envolve a escolha do tema, dos experimentos e dos conceitos químicos. Para a escolha de um tema, deve ser considerada a abordagem de vários aspectos da Química e sua relação com outras áreas do conhecimento. O tema eleito deve permitir a contextualização do conhecimento científico, bem como a aplicação dos conhecimentos da Química no cotidiano do aluno, levando-o a tomar decisões de acordo com a proposta de formação de um cidadão crítico e participativo na sociedade. As oficinas temáticas vêm a experimentação como um princípio norteador do ensino de Química, portanto as atividades experimentais devem ser investigativas, desta maneira desenvolvem a curiosidade e permitem ao aluno testar e aprimorar suas ideias, construindo o próprio conhecimento. Os conceitos químicos escolhidos para serem abordados nas oficinas temáticas devem ser desenvolvidos, num nível de aprofundamento suficiente, para o entendimento das situações em estudo e proporcionar uma aprendizagem significativa (Marcondes *et al.*, 2007).

O Esquema 2, com o objetivo de sintetizar as ideias acima, apresenta as etapas da elaboração das oficinas temáticas.



Esquema 2– Etapas da elaboração das oficinas temáticas.
(MARCONDES *et al.*, 2007)

A abordagem de temas que contemplem situações-problemas nas oficinas temáticas possibilita que o aluno, de forma experimental e teórica, visualize os fenômenos físico-químicos que estão em estudo e levante hipóteses para explicá-los, não no sentido de acertá-los, mas de modo a desenvolver a sua capacidade de observação, de investigação, de reflexão e, principalmente o gosto pela Química (CARLOS *et al.*, 2011). A contextualização provocada pela temática e a experimentação proporcionam momentos de discussão e de trocas entre o professor e os alunos e entre os alunos, este diálogo é uma ferramenta que promove o processo de ensino e aprendizagem.

A organização de uma oficina temática está baseada nos Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1990), que são: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento.

Na Problematização Inicial são feitas questões problematizadoras e os alunos são instigados a expor o que estão pensando, assim é realizado um levantamento das concepções sobre o tema, sendo que o objetivo é problematizá-las. Este primeiro momento além de motivar os estudantes, deve servir para introduzir um conteúdo específico e fazer um elo desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem ou presenciam, porém não interpretam completamente ou corretamente devido à falta de conhecimentos científicos específicos. O ponto culminante desse momento é quando o aluno sente a necessidade da aquisição de conhecimentos que ainda não detém (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990).

Na Organização do Conhecimento, sob a orientação do professor são estudados os conhecimentos necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial. As mais variadas atividades podem ser empregadas para auxiliar o professor no desenvolvimento da conceituação, que é fundamental para a compreensão científica das situações problematizadas. É durante o segundo momento pedagógico que a resolução de problemas e exercícios pode ajudar na apropriação de conhecimentos científicos (DELIZOICOV *et al.*, 2009).

A Aplicação do Conhecimento sugere a reinterpretação do problema inicial tendo como base os conhecimentos adquiridos na Organização do Conhecimento, como no momento anterior, várias atividades podem ser utilizadas na busca da generalização do conhecimento para que os alunos estejam aptos a aplicar os conhecimentos adquiridos em seu dia a dia, em vez de simplesmente encontrar a solução para um problema.

Destina-se, sobretudo a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinam seu estudo como outras situações que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV *et al.*, 2009, p. 202).

Neste contexto, as oficinas temáticas auxiliam na construção de conceitos e criam condições para que as aprendizagens se tornem úteis no dia a dia, permitindo uma visão mais global do mundo (CACHAPUZ *et al.*, 2000). Portanto, neste trabalho desenvolvemos oficinas temáticas com o intuito de auxiliar os estudantes na aprendizagem dos conceitos químicos, que através desta metodologia de ensino foram relacionados com outras disciplinas e contextualizados com a temática “Alimentos”, suscitando reflexões e debates sobre o tema,

desta forma contribuindo para a tomada consciente de decisões. As oficinas temáticas desenvolvidas nesta dissertação serão apresentadas no capítulo 4 e discutidas no capítulo 5.

1.4.2 Estudo de Casos

Na busca de metodologias de ensino que favoreçam a aprendizagem dos conteúdos de Química e desenvolvam nos alunos habilidades como interpretar problemas, investigar soluções e auxiliar na capacidade de tomada de decisões é que escolhemos o método do estudo de casos.

A metodologia de ensino estudo de casos tem origem no método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), conhecido também como *Problem Based Learning* (PBL), que surgiu no final dos anos sessenta na Escola de Medicina da Universidade de McMaster localizada na cidade de Ontário, Canadá (SÁ e QUEIROZ, 2009; QUEIROZ *et al.*, 2007; SILVA da *et al.*, 2011). Como uma das variantes do ABP, “o estudo de caso é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem, enquanto exploram a Ciência envolvida em situações relativamente complexas” (QUEIROZ *et al.*, 2007, p. 731).

Algumas das principais definições para o estudo de caso são: Os estudos de casos são histórias com uma determinada mensagem, não são simples narrativas para entretenimento, são histórias para ensinar (HERREID, 1998). Para Serra e Vieira (2006, p. 10) “Casos são relatos de situações ocorridas no ‘mundo real’, apresentadas a estudantes com a finalidade de ensinar, preparando-os para a prática”. O método de estudo de casos consiste na utilização de narrativas – os casos propriamente ditos – sobre dilemas vivenciados por indivíduos que necessitam tomar decisões ou buscar soluções para os problemas enfrentados (SILVA da *et al.*, 2011, p. 186). No livro *Estudo de casos no ensino de Química*, as autoras Luciana Passos Sá e Salete Linhares Queiroz enunciam que:

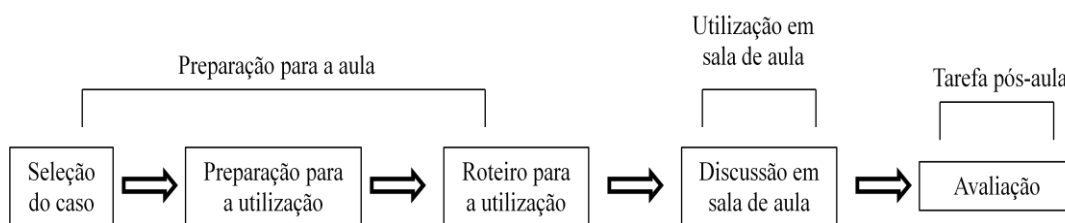
O estudo de casos é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos, presentes em situações reais ou simuladas, de complexidade variável. Esse método consiste na utilização de narrativas sobre dilemas vivenciados por pessoas que necessitam tomar decisões importantes a respeito de determinadas questões. Tais narrativas são chamadas casos (SÁ e QUEIROZ, 2009, p. 12).

O ensino de Química demanda a relação de dois componentes básicos: a informação química e o contexto social (SANTOS e SCHNETZLER, 2003), sendo que o entendimento dos conteúdos químicos auxilia na formação de cidadãos quimicamente informados, capacitando a sua atuação na sociedade. O estudo de caso é uma proposta capaz de atender a essa demanda, pois enfatiza o aprendizado autodirigido dos conceitos químicos e, sobretudo, o desenvolvimento da habilidade de tomada de decisões que se fundamentam nos conceitos científicos (SANTOS dos, 2009).

Nos últimos anos, a utilização do estudo de casos no ensino de Química está evidenciada nos trabalhos apresentados em congressos e artigos publicados em revistas da área de Educação em Ciências. As iniciativas de popularização desta metodologia de ensino na área da Química devem-se principalmente aos periódicos *Journal of Chemical Education*, *The Chemical Educator* e *Chemistry Education Research and Practice*, sendo que o primeiro criou uma seção específica para abordar este método em 1998. No Brasil, o método foi introduzido pelo Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos (GPEQSC) da Universidade de São Paulo, que produziram casos abordando questões sociocientíficas e científicas (SÁ e QUEIROZ, 2009). Um levantamento bibliográfico realizado por Oliveira *et al.* (2010) nos periódicos *Química Nova*, *The Chemical Educator*, *Chemical Education Research and Practice*, *International Journal of Educational Development*, *Journal of Chemical Education*, dentre outros, verificou a existência de 35 artigos científicos publicados entre 1980 e 2009, abordando o estudo de casos como uma ferramenta para o ensino de Química. Apesar desse considerável número de trabalhos, poucos estão relacionados com o aprimoramento dos conceitos químicos no nível médio, sendo que grande parte estão voltados para o ensino de Química na graduação e pós-graduação.

O método de estudo de casos muitas vezes é empregado com o objetivo de promover competências e habilidades nos estudantes como, por exemplo, interpretação de textos, resolução de problemas e tomada de decisões, porém sua utilização em sala de aula não é tão fácil quanto parece. O método exige uma participação ativa do professor, que tem um papel indispensável na aprendizagem dos alunos, sua atuação não se limita a simples escolha ou a redação de um caso e sua aplicação aos alunos. Essa metodologia de ensino exige muito do professor, pois antes da aplicação do caso há um trabalho extenso e minucioso por parte de quem o escreveu (que pode ser o professor ou não), a preparação cuidadosa executada pelo professor que vai aplicá-lo bem como a exigência de dominar o assunto e sua aplicabilidade para as possíveis discussões em aula. Após a aplicação do caso, o professor deve se dedicar a avaliação do processo em si e das apresentações dos grupos e dos estudantes individualmente,

desta forma a aplicação de um estudo de caso contempla três etapas (Esquema 3), sendo que a primeira se divide em outras três (SERRA e VIEIRA, 2006).



Esquema 3– Processo de utilização do estudo de casos.
(SERRA e VIEIRA, 2006)

Através da aplicação de um estudo de caso são almeçados os seguintes objetivos educacionais: introduzir conteúdos específicos; estimular a capacidade de tomada de decisão; demonstrar a aplicação de conceitos químicos na prática; desenvolver a habilidade em resolver problemas; desenvolver a habilidade de comunicação oral e escrita; desenvolver a habilidade de trabalho em grupo e o pensamento crítico (SILVA da *et al.*, 2011).

Para que o estudo de caso atinja seus propósitos é necessário que os estudantes e o professor cumpram algumas tarefas básicas que estão elencadas no Quadro 2, que foi elaborado a partir das ideias de Sá e Queiroz (2009).

Tarefas dos estudantes	Tarefas do professor
<ul style="list-style-type: none"> - Identificar e definir o problema; - Acessar, avaliar e usar informações necessárias à resolução do problema; - Apresentar a solução do problema. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ajudar o estudante a analisar o problema, buscar informações sobre o assunto, considerar suas possíveis soluções; - Incentivar a reflexão sobre as consequências das decisões tomadas.

Quadro 2 – Tarefas indispensáveis para o bom andamento do estudo de caso.

O trabalho de Velloso *et al.* (2009) destaca a importância do desenvolvimento da capacidade de argumentação promovida pela utilização do método estudo de caso. Os autores ressaltam a boa receptividade que os casos têm junto aos alunos e a sua adequação para o fomento da argumentação dos estudantes, além de ser potencialmente capaz de desenvolver outras habilidades de caráter formativo como comunicação oral e escrita, trabalho em grupo, tomada de decisão e senso crítico. Portanto, afirmam que:

As atividades de ensino que se mostram eficientes no fomento à instauração do discurso argumentativo em aulas de Ciências possuem em comum o fato de propiciarem interações entre os alunos e entre os alunos e o professor em salas de aulas e laboratórios de ensino e de conduzirem os estudantes à resolução de problemas autênticos e à discussão/ comparação/ argumentação posterior a respeito dos mesmos (VELLOSO *et al.*, 2009, p. 594).

Para a elaboração de um “bom” estudo de caso, alguns aspectos devem ser considerados pelos autores. O Quadro 3 apresenta as características de um estudo de caso “bom” e “ruim” (HERREID, 1998; SERRA e VIEIRA, 2006).

Características de um estudo de caso “ruim”	Características de um estudo de caso “bom”
<ul style="list-style-type: none"> - apresentar apenas a descrição dos fatos; - apresentar uma história sem foco definido; - não deixar claro o problema a ser discutido; - não conter informações necessárias para o esclarecimento do caso; - não mostrar o ambiente com o qual o assunto ou a organização estão envolvidos; - ser longo. 	<ul style="list-style-type: none"> - abordar um assunto relevante, que desperte interesse e atual; - possibilitar que haja empatia entre os estudantes e os personagens centrais; - incluir declarações e comentários dos personagens; - ser construído com objetivo didático claro; - apresentar fatos claros, precisos, abrangentes e que contenham todos os dados que os estudantes possam precisar para tomar decisões; - possibilitar a reflexão de situações usuais do mundo real; - provocar um conflito (fatos controversos); - ser curto.

Quadro 3 – Características do estudo de caso “bom” e “ruim”.

Um exemplo de estudo de caso elaborado de acordo com as recomendações propostas por Herreid (1998) e Serra e Vieira (2006) é o *Ameaça nos Laranjais* (SÁ, 2006). Este caso é apresentado no Quadro 4, que destaca as principais características que devem ser consideradas para a produção de um “bom” caso.

Ameaça nos Laranjais

Um bom caso deve ser atual

Um bom caso é relevante ao leitor e desperta o interesse pela questão

Um bom caso inclui citações

Um bom caso força uma decisão

Um bom caso provoca um conflito

Um bom caso deve ter utilidade pedagógica

Um bom caso narra uma história

Aproximadamente há três anos, em laranjais do município mineiro de Comendador Gomes, a poucos quilômetros da divisa com São Paulo, foi identificada pela primeira vez uma doença estranha, de origem misteriosa, que aniquila uma laranjeira em algumas semanas e, atualmente representa a maior ameaça para a citricultura do estado de São Paulo e do sul de Minas Gerais.

Alfredo sempre morou e estudou em Barretos, onde concluiu o ensino médio juntamente com alguns amigos de infância. Depois de tantos anos estudando juntos, finalmente a separação foi inevitável. Alfredo prestou vestibular para odontologia na UNESP de Araraquara e George para letras, na mesma universidade. Fernando, Solange, Fabiana e Milena optaram por química na USP de São Carlos.

Ao visitar a família no feriado, Alfredo tomou conhecimento de coisas estranhas que ocorriam por lá. Logo ao amanhecer, ao tomar café, seus pais, Seu Joaquim e Dona Cecília, lhe contaram o que está acontecendo.

- Filho, os laranjais das nossas terras estão com uma misteriosa doença, perderam as folhas, que estão ficando sem brilho e algumas até já morreram. Estamos preocupados porque necessitamos da renda que vem desses laranjais, inclusive para manter você na universidade.

- Pai, eu não entendo nada de agricultura, mas posso pedir ajuda aos meus colegas que estão morando em São Carlos. Eles estudam química e talvez possam nos ajudar a eliminar o problema que afeta os laranjais. Eles não vieram para a casa nesse feriado, e ainda estão sem telefone, mas posso escrever uma carta e contar a eles o nosso problema. Vou fazer isso agora mesmo.

Barretos, 07 de setembro de 2004.
Olá, Queridos amigos!
Como é grande a saudade que sinto de vocês! Não nos vemos há muito tempo. Achei que vocês voltariam para a casa nesse feriado.

Eu preciso de ajuda. Os nossos laranjais estão com uma misteriosa doença. As folhas perdem o brilho, acabam por cair, algumas árvores já até morreram. Parece que isso também tem acontecido em outras regiões aqui perto. Gostaria que vocês nos aconselhassem sobre o que devemos fazer, pois acredito que na área de química existam pesquisas sobre esse assunto.

Mamãe está mandando um abraço para todos vocês.
Espero reencontrá-los em breve,
Alfredo.

Vocês são esses amigos de infância de Alfredo, e terão que ajudá-lo a descobrir o que está acontecendo nos pomares de laranja e propor soluções para o problema.

Um bom caso é curto

Quadro 4 – Ameaça nos Laranjais e a identificação de elementos que auxiliam na elaboração de um “bom” estudo de caso.

A fim de relacionar a Química com a temática proposta e desenvolver competências nos alunos como a interpretação de textos e resolução de problemas, dentre outras já citadas, foi elaborado pelos pesquisadores e aplicado aos alunos, um estudo de caso. O caso produzido será apresentado no capítulo 4 e a análise dos dados obtidos durante sua aplicação será discutida no capítulo 5.

CAPÍTULO 2 – A QUÍMICA DOS ALIMENTOS

É através dos cinco sentidos: tato, audição, visão, olfato e paladar, que o ser humano interage com o mundo a sua volta. Entretanto, somente os dois últimos citados têm uma natureza puramente química, ou seja, conseguem detectar moléculas. Por meio dos sentidos do olfato e do paladar experimentamos diferentes sensações olfativas e gustativas a partir do contato com moléculas de diferentes compostos químicos (WOLKE, 2003).

Os alimentos nos despertam sensações muito apuradas no que se refere a seus sabores e odores. Essas sensações são intimamente influenciadas pela Química, sendo que cada alimento possui características diferentes entre si, o que lhe confere sabores, odores e cores também diferentes e particulares. Neste capítulo, abordaremos dois tópicos que consideramos essenciais para o entendimento da natureza química dos alimentos e da sua importância para o homem: Composição química dos alimentos e Energia dos alimentos.

Antes de discutirmos os tópicos-chaves desse capítulo, acreditamos que seja importante abordar alguns conceitos relacionados com o tema, como alimentação, alimentos e nutrientes bem como as funções dos alimentos no organismo.

2.1 Alguns conceitos importantes e as funções dos alimentos no organismo

O nosso organismo é mantido por inúmeras reações químicas, cujos reagentes são obtidos por meio da alimentação. A alimentação é um processo que inclui várias etapas: a seleção, o preparo e a ingestão dos alimentos, sendo considerada como um fenômeno cultural, que é aprendido e mutável (ALAÚDE, 2006).

Os alimentos são constituídos por substâncias ingeridas na alimentação, capazes de nutrir ou alimentar os seres vivos e possuem como funções: manter os processos vitais e o crescimento, construir e reestruturar os tecidos, fornecer energia e nutrientes (BORSOI, 1995). Além disso, os alimentos transmitem satisfação emocional, estímulos hormonais e proporcionam convívio social que contribuem para a saúde e bem-estar (PALERMO, 2008).

Os nutrientes são as substâncias aproveitadas pelo organismo contidas nos alimentos. Alguns proporcionam energia ao organismo e são necessários para o crescimento,

desenvolvimento e manutenção da saúde e da vida (ANVISA, 2003; PALERMO, 2008). Cada alimento é formado por diversos nutrientes em quantidades diferentes, dessa forma podemos concluir que nenhum alimento é igual ao outro (SODRÉ, 2008). A classificação dos nutrientes está relacionada com as quantidades que devem ser ingeridos, os chamados macronutrientes (carboidratos, proteínas e lipídeos) devem ser ingeridos em quantidades maiores, já os micronutrientes (vitaminas e sais minerais) devem ser consumidos, diariamente, em quantidades menores (GIPEC, 2006; NEVES *et al.*, 2009).

A função que cada alimento exerce no organismo é determinada pelos nutrientes, por exemplo, os carboidratos, os lipídeos e as proteínas são chamados de nutrientes energéticos, pois são os únicos capazes de fornecer energia para o ser humano (MURRAY *et al.*, 1998). As proteínas, além da função energética, desempenham papel fundamental na síntese de novos tecidos, sendo conhecidas como nutrientes construtores. Já a água, nutriente absolutamente essencial, tem a função de manter a temperatura do corpo, além de participar como reagente e solvente nas reações que ocorrem em nosso organismo. As vitaminas e os sais minerais são essenciais para o funcionamento do corpo humano, tendo como uma de suas principais funções a regulação metabólica (PALERMO, 2008).

Como os alimentos são a única fonte saudável de nutrientes é necessária uma alimentação balanceada para fornecer e repor esses nutrientes que formam nossa massa corporal. A Tabela 2 apresenta os principais nutrientes que compõem os alimentos e sua porcentagem na composição corporal média de pessoas adultas saudáveis.

Tabela 2 – Composição centesimal dos nutrientes do organismo humano.

Nutriente	Quantidade (%)
Água	Homem: 57 – 65 Mulher: 46 – 53
Carboidratos	3
Proteínas	12 – 15
Lipídeos	15 – 25
Minerais e Vitaminas	4

(PALERMO, 2008).

Com o propósito de aprofundar os conhecimentos das principais classes de nutrientes essenciais para os seres humanos, a seguir apresentamos uma revisão bibliográfica da composição química dos alimentos destacando suas funções, estruturas químicas e fontes na alimentação, bem como um maior detalhamento de suas finalidades no organismo.

2.2 Composição química dos alimentos

Do ponto de vista da Química, os alimentos são formados principalmente de carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) e nitrogênio (N), porém quantidades menores de outros elementos podem ser encontradas. Os alimentos são constituídos por nutrientes que são essenciais para a construção do nosso corpo e manutenção da vida. Os nutrientes são caracterizados por funções químicas específicas, estruturas e propriedades físico-químicas particulares que determinam suas funções no organismo. Os principais nutrientes componentes dos alimentos podem ser classificados como água, carboidratos, lipídeos, proteínas, vitaminas e sais minerais.

2.2.1 Água

Incolor, inodora e insípida são algumas características da água. Diferentemente de suas propriedades tão simples e discretas, a água se revela uma molécula ímpar e apesar de ser formada por apenas três átomos, apresenta uma complexidade química que justifica suas inúmeras funções essenciais para vida.

A água é um componente vital para os seres vivos e acredita-se que os primeiros organismos surgiram em ambiente aquoso. É considerada o solvente universal e desempenha funções importantes no organismo como estabilizador da temperatura do corpo, transportador de nutrientes e de produtos de degradação, reagente e meio de reação, estabilizador da conformação de polímeros formados por biomoléculas, facilitador do comportamento dinâmico de macromoléculas, etc. (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

Através da análise da Tabela 3, que apresenta o teor de água na composição de alguns alimentos, observamos que esse teor varia muito de um alimento para outro. A quantidade,

localização e estrutura adequada da água influenciam na textura, na aparência, no sabor e na deterioração química e microbiológica dos alimentos. Um exemplo disso, é que quanto maior o teor de água presente em um alimento maior é a sua sensibilidade de deterioração.

Tabela 3 – Teores de água em alguns alimentos.

Alimento	Teor de água (g/100 g)
Carnes	50 – 70
Maçã e laranja	85 – 90
Tomate e morango	90 – 95
Cenoura e batata	80 – 90
Pão francês	30 – 35
Leite	87 – 89

FRANCO (1992 apud RIBEIRO e SERAVALLI, 2007, p. 2).

Todas as funções da água se devem à sua estrutura química. A união dos átomos na molécula da água é através da ligação covalente polar, que consiste na interação de elétrons dos orbitais atômicos 1s de cada hidrogênio com o orbital híbrido sp^3 do oxigênio, cada átomo de hidrogênio estabelece uma ligação sigma (σ) com o átomo de oxigênio. Devido à alta eletronegatividade do átomo de oxigênio, o compartilhamento dos elétrons na ligação σ é desigual, os elétrons dos orbitais ligantes estão deslocalizados no sentido do núcleo do oxigênio, produzindo uma carga parcialmente positiva (δ^+) em cada um dos hidrogênios e duas cargas parcialmente negativas ($2\delta^-$) no oxigênio, conforme Figura 2.

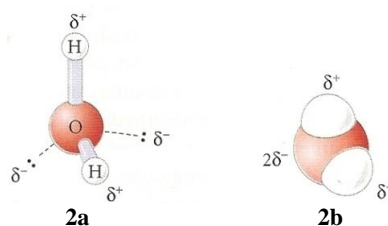


Figura 2 - A Molécula de água: modelo bola e bastão (**2a**), modelo espaço cheio (**2b**). (LEHNINGER, 2006).

Observamos através da Figura 2, estrutura **2a**, que o átomo de oxigênio possui quatro orbitais híbridos, sendo que dois deles interagem com os orbitais do hidrogênio formando as ligações σ , os outros dois orbitais restantes contêm pares de elétrons não-ligantes que encontram-se livres ao redor do átomo de oxigênio. Esses orbitais conferem a molécula da água uma espécie de tetraedro “grosseiro” ou “distorcido” que apresenta um ângulo de ligação de aproximadamente $104^{\circ}30'$, já o tetraedro perfeito, por exemplo, o da molécula de metano (CH_4), possui um ângulo de ligação de $109^{\circ}28'$ (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007; LEHNINGER, 2006; COULTATE, 2004).

A estrutura tetraédrica da água é responsável por sua baixa densidade molecular e pequeno volume, características que permitem sua penetração em estruturas cristalinas e entre macromoléculas. A diferença de cargas na molécula da água resulta em um alto valor da constante dielétrica, fator importante na solvatação e separação de íons. Outra propriedade importante dessa molécula é o alto momento dipolar, o maior entre as moléculas triatômicas, isso se deve, além das diferenças de cargas, a geometria não linear da água. São essas características tão particulares da estrutura da água que permitem sua participação em ligações iônicas e covalentes bem como a sua utilização como solvente universal (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

As moléculas de água são unidas por ligações de hidrogênio (Figura 3). As ligações de hidrogênio ocorrem entre o hidrogênio de uma molécula e átomos eletronegativos como o flúor, oxigênio e nitrogênio presentes em uma segunda molécula, sendo a ligação mais forte quanto mais eletronegativo for o átomo que se ligar ao hidrogênio.

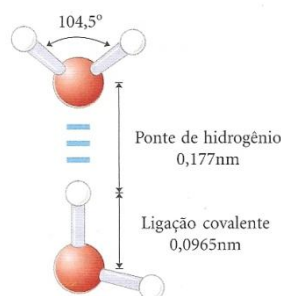


Figura 3 - Representação da união de duas moléculas de água por ligação de hidrogênio. (LEHNINGER, 2006)

As ligações de hidrogênio são praticamente eletrostáticas e relativamente fracas quando comparadas com a ligação covalente, no caso particular da água, por exemplo, a energia de dissociação da ligação covalente entre O—H é 470 KJ/mol, já a da ligação de hidrogênio presente nas moléculas líquidas é de 23 KJ/mol (LEHNINGER, 2006). Devido ao arranjo quase tetraédrico dos orbitais ao redor do átomo de oxigênio, cada molécula de água é capaz de realizar ligações de hidrogênio com até outras quatro moléculas de água. Essa capacidade é influenciada pelo estado físico da água, sendo que no estado sólido (gelo) a molécula de água está fixa no espaço e mais organizada, portanto realizando quatro ligações de hidrogênio.

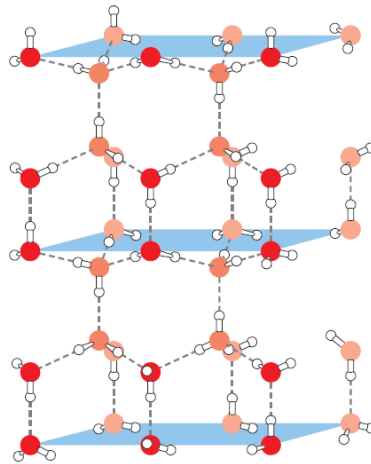


Figura 4 - Estrutura do gelo.
(VOET *et al.*, 2006)

Uma das principais consequências das moléculas que se unem através das ligações de hidrogênio é o elevado ponto de fusão (PF) e ponto de ebulição (PE). Os PF e PE da água são relativamente altos quando comparados com os de outros solventes como o benzeno e o hexano, que possuem massa molar muito maior que a da água (Tabela 4). Obviamente que não é somente a ligação de hidrogênio responsável pelos elevados PF e PE da água, também contribuem para este fato todas as outras características tão particulares dessa molécula discutidas anteriormente.

Tabela 4 – Ponto de Fusão, Ponto de Ebulição e Massa molar de alguns solventes.

Solvente	PF (°C)	PE (°C)	Massa molar (g.mol⁻¹)
Água (H ₂ O)	0	100	18,01
Benzeno (C ₆ H ₆)	6	80	78,11
Hexano (CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃)	-98	69	86,18

A água é o mais abundante de todos os componentes alimentares, seja em alimentos sólidos ou líquidos (COULTATE, 2004) e é o meio no qual todos os nutrientes interagem, o que justifica essa breve revisão sobre suas propriedades e características.

2.2.2 Carboidratos

Muitos alimentos como frutas, pães, massas e doces são constituídos em grande parte pelos carboidratos. Sua principal função para o homem é o fornecimento de energia na forma de glicose, é através do consumo de carboidratos que nossas células adquirem suprimento energético para a realização de nossas atividades diárias bem como manutenção do nosso organismo. Além dessa função os carboidratos, como o amido e o glicogênio, são reservas energéticas e a celulose desempenha função estrutural (PALERMO, 2008).

Também conhecidos como glicídios ou açúcares, os carboidratos são moléculas constituintes dos seres vivos e antigamente acreditava-se que estavam envolvidos apenas com funções energéticas e estruturais, porém a partir de década de 1970, avanços nas técnicas de cromatografia, eletroforese e espectrometria permitiram uma maior compreensão das funções dos carboidratos, dando origem a um novo ramo da Ciência chamado de Glicobiologia, que é voltada apenas para o estudo desses compostos. Hoje, sabemos que os carboidratos participam da sinalização entre células e da interação entre outras moléculas, ações biológicas essenciais para a vida, além da revelação de que sua estrutura química é mais diversificada e variável que a das proteínas e dos ácidos nucleicos (POMIN e MOURÃO, 2006).

Em relação à estrutura química, todos os carboidratos contêm os elementos químicos carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O), podendo ainda existir elementos como o enxofre

(S), o fósforo (P) e o nitrogênio (N). A sua representação química é $(\text{CH}_2\text{O})_n$ e dividem-se em três grupos principais: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos.

Os **monossacarídeos** correspondem à menor unidade estrutural de um carboidrato, não podem ser hidrolisados a unidades menores, caso isso ocorra não serão mais carboidratos (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007). Os monossacarídeos são classificados de acordo com o número de átomos de carbono na molécula em: trioses (3 carbonos), tetroses (4 carbonos), pentoses (5 carbonos), hexoses (6 carbonos) e heptoses (7 carbonos). Os alimentos apresentam em sua composição química normalmente seis carbonos e menos frequentemente cinco carbonos.

A glicose, a frutose e a galactose são os monossacarídeos mais importantes e suas estruturas químicas, na forma de cadeia aberta, estão representadas na Figura 5. Nos alimentos a glicose é principalmente encontrada nas frutas, nos vegetais e no mel, a frutose é o mais doce de todos os açúcares, deve ser convertida em glicose para ser utilizada como fonte energética em nosso organismo e também é encontrada no mel e nas frutas, já a galactose não ocorre na forma livre na natureza, é encontrada combinada com a glicose formando a lactose, dissacarídeo presente no leite e seus derivados (PALERMO, 2008).

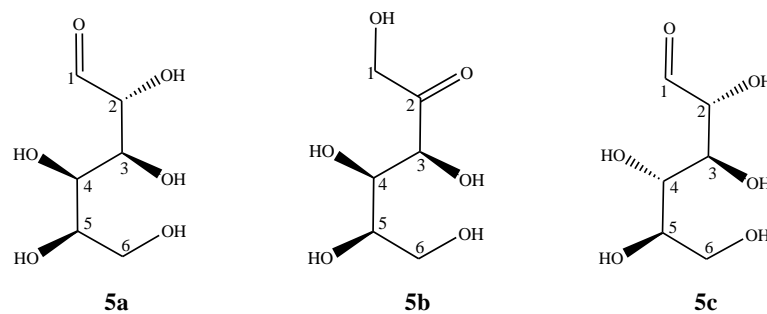


Figura 5 - Representação das estruturas químicas nas formas de cadeia aberta da glicose (**5a**), frutose (**5b**) e galactose (**5c**).

Em cada uma dessas moléculas estão presentes os grupos funcionais hidroxila e carbonila, e a posição da carbonila determina a função química que esses compostos pertencem. Nas estruturas da glicose (**5a**) e da galactose (**5c**) estão presentes as funções orgânicas álcool e aldeído, já que o grupo carbonila está na extremidade da molécula, por esse motivo são classificadas como aldoses e na fórmula estrutural da frutose (**5b**) estão presentes as funções álcool e cetona, pois a carbonila está entre carbonos, portanto é uma cetose.

Ainda analisando as estruturas representadas na Figura 5, podemos afirmar que a fórmula molecular dessas substâncias é $C_6H_{12}O_6$, logo são isômeros, compostos de mesma fórmula molecular e diferentes estruturas químicas. Neste caso como a glicose (**5a**) e a galactose (**5c**) são aldoses e a frutose (**5b**) é uma cetose, esses compostos são isômeros de função, já a glicose (**5a**) e a galactose (**5c**), que diferem apenas pela configuração em torno de um átomo de C-4 são denominadas epímeros (VOET *et al.*, 2006). Além disso, os três compostos apresentam carbonos assimétricos o que lhes conferem atividade óptica, capacidade de desviar a luz polarizada em um polarímetro, e a existência de estereoisômeros. Assim, no caso das moléculas da Figura 5, cada uma possui $2^4=16$ estereoisômeros possíveis, por exemplo, a D-glicose é apenas um dos possíveis isômeros da aldose. A indicação D ou L é feita de acordo com a convenção de Fischer, sendo que a grande maioria dos monossacarídeos de ocorrência natural pertence à chamada série D, ou seja, seu último carbono assimétrico, aquele mais afastado da carbonila, possui a mesma configuração do D-gliceraldeído, em oposição a seu isômero L-gliceraldeído (VOLLHARDT e SCHORE, 2004; STREITWIESER JR. e HEATHCOCK, 1981), que estão representados na Figura 6.

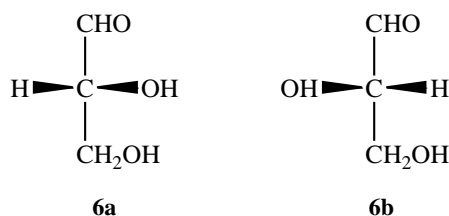


Figura 6 - Representação do D(+)-gliceraldeído (**6a**) e L(-)-gliceraldeído (**6b**).

A simbologia (+) e (-) é utilizada para indicar a propriedade física da atividade óptica de desviar o plano da luz polarizada, ou seja, indicam a rotação para a direita e para esquerda respectivamente, e os símbolos D e L (maiúsculas) são usados para indicar a correlação estrutural (FERREIRA *et al.*, 2007). A Figura 7 apresenta a estrutura da D(+)-glicose e L(-)-glicose.

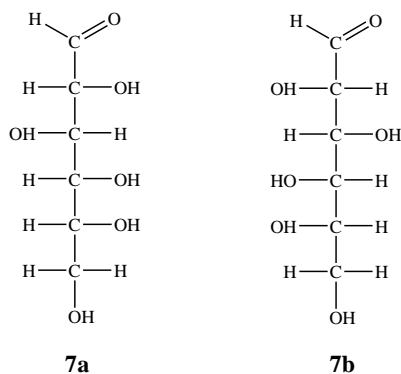


Figura 7 - Representação da D(+)-glicose (**7a**) e L(-)-glicose (**7b**).

Na Figura 8 estão representadas apenas as estruturas químicas dos isômeros D da aldose. Os monossacarídeos L são menos abundantes nos alimentos que os D e, dos tipos de cetoses, com exceção da D-frutose, praticamente nenhuma outra é de interesse para a Química dos alimentos.

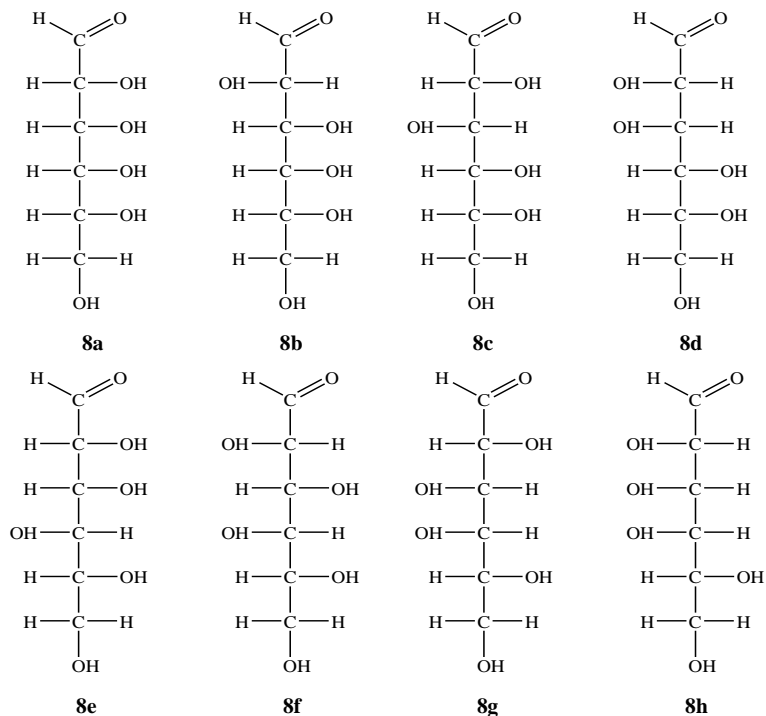


Figura 8 - Representação da D-alose (**8a**), D-altrose (**8b**), D-glicose (**8c**), D-manose (**8d**), D-gulose (**8e**), D-dose (**8f**), D-galactose (**8g**) e D-talose (**8h**).

Os monossacarídeos mais abundantes nos alimentos encontram-se na forma cíclica. Essa ciclização ocorre quando algum grupo hidroxila reage com a carbonila dos aldeídos e das cetonas presente na outra extremidade da molécula para formar hemiacetais e hemicetais, respectivamente (VOET *et al.*, 2006). Normalmente, são formados anéis com cinco ou seis membros que recebem a denominação de piranose e furanose, em virtude das semelhanças com o pirano e furano, representados na Figura 9.

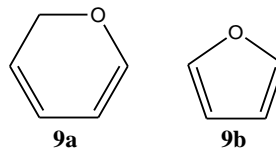


Figura 9 - Representação do pirano (**9a**) e do furano (**9b**).

Quando os monossacarídeos se ciclizam o carbono da carbonila, denominado de carbono anomérico, passa a ter quatro ligantes diferentes, isto é, ele se torna um novo centro assimétrico. Portanto, a forma cíclica de um monossacarídeo ocorre como um par de isômeros ópticos, chamados de α - e β -anômeros (COULTATE, 2004).

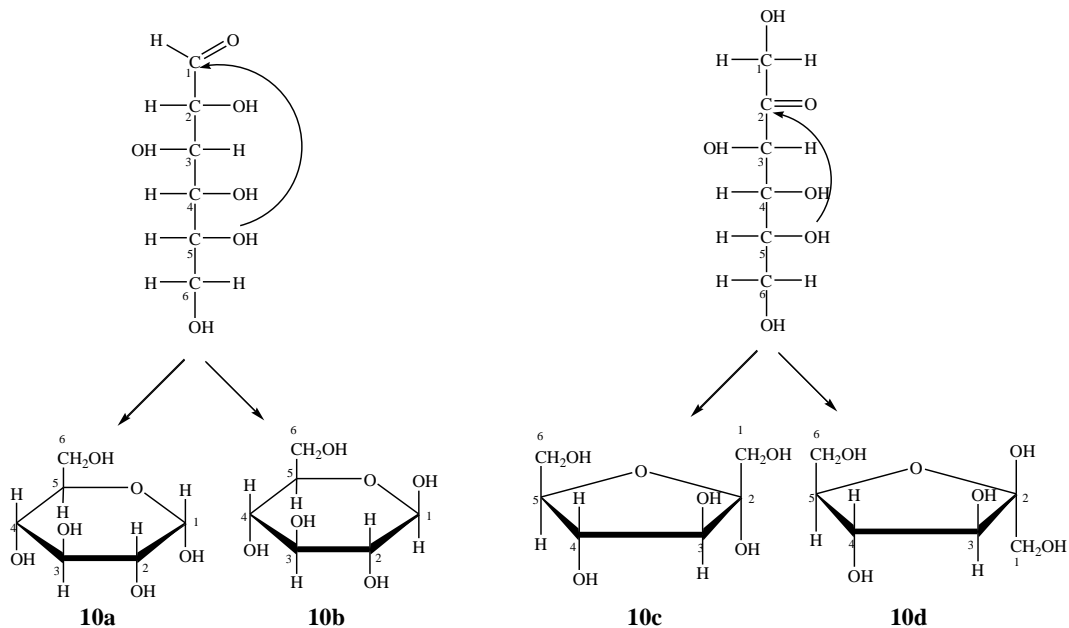


Figura 10 - Formação dos anéis piranosídicos (**10a e b**) e furanosídicos (**10c e d**) a partir da D-glicose e D-frutose respectivamente.

A diferença entre os dois anômeros de um monossacarídeo específico é a rotação óptica e para a identificação do tipo de isômero podemos observar que os α -anômeros apresentam o grupo redutor (isto é, a hidroxila presente no carbono 1 das aldoses ou no carbono 2 das cetoses) no lado oposto do anel ao carbono 6 e os β -anômeros apresentam o seu grupo redutor do mesmo lado (COULTATE, 2004). Assim, as estruturas químicas **10a**, **10b**, **10c** e **10d** representam respectivamente a α -D-glicopirranose, β -D-glicopirranose, α -D-frutofuranose e β -D-frutofuranose.

A propriedade de ciclização dos monossacarídeos é importante para o entendimento da reatividade dos dissacarídeos. Portanto, uma das consequências dessa ciclização é a formação de sítios altamente reativos, de acordo com Ribeiro e Seravalli (2007, p. 39):

O grupo hidroxila formado devido à ligação hemiacetalica é denominado de grupo hidroxila anomérico. Esse grupo é extremamente reativo e confere ao monossacarídeo a propriedade de ser um agente redutor em reações de oxido-redução, é a única hidroxila da molécula proveniente de um grupo carbonila (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007, p. 39).

É útil lembramos que, em grego, “oligo” significa poucos, portanto os **oligossacarídeos** são carboidratos que quando hidrolisados produzem de duas a dez moléculas de monossacarídeos. Os oligossacarídeos de ocorrência mais frequente nos alimentos são os constituídos por até quatro monossacarídeos, porém os mais importantes são os dissacarídeos, que são duas unidades de monossacarídeos unidas através da ligação glicosídica (COULTATE, 2004). Entre eles destacamos a sacarose (glicose + frutose) que é o açúcar comercial de cozinha, encontrada principalmente na cana-de-açúcar e na beterraba, e a lactose (galactose + glicose) que é o açúcar do leite, cujas estruturas estão representadas na Figura 11.

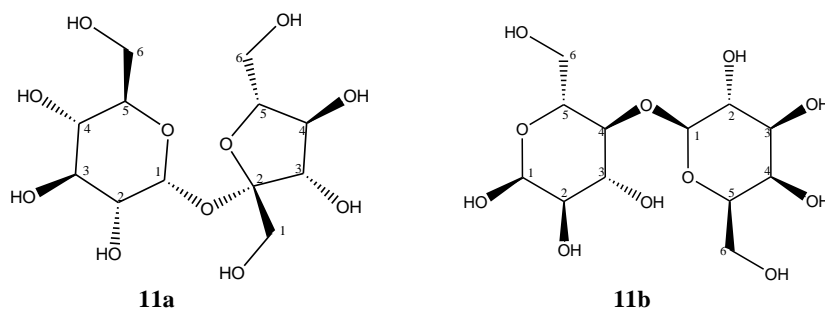


Figura 11 - Representação da sacarose (**11a**) e da lactose (**11b**).

A maioria dos dissacarídeos encontrados nos alimentos são redutores, a principal exceção é a sacarose. A propriedade redutora lhes confere a capacidade de reduzir íons metálicos, como prata e cobre e de se oxidarem a ácidos carboxílicos (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

A condição para um dissacarídeo ser redutor é possuir uma das hidroxilas anoméricas provenientes de seus monossacarídeos constituintes livre. No caso da sacarose, os carbonos anoméricos da glicose e da frutose participam da ligação glicosídica, não sobrando nenhuma hidroxila anomérica livre e por isso é um açúcar não-redutor (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007; COULTATE, 2004; VOET *et al.*, 2006; LEHNINGER, 2006). Através da análise das estruturas representadas na Figura 11, podemos observar que na lactose (**11b**) a ligação glicosídica ocorre entre o carbono anomérico da galactose e o carbono 4 da glicose, já na sacarose (**11a**) as duas hidroxilas anoméricas participam da reação, a do carbono 1 da glicose e a do carbono 2 da frutose.

Os **polissacarídeos**, do grego “poli” significa muitos, são os carboidratos formados por centenas ou milhares de monossacarídeos em uma única molécula (COULTATE, 2004). Os três polissacarídeos mais importantes na nutrição são: amido, glicogênio e celulose.

O amido constitui a principal reserva de carboidratos nos vegetais possuindo função nutritiva e é encontrado na forma de grãos, nas sementes e raízes de numerosas plantas. Os principais alimentos fonte de amido são a batata (15%), o trigo (55%), o milho (65%) e o arroz (75%)¹ (USBERCO *et al.*, 2009).

O amido consiste em dois tipos de polímeros da glicose: amilose e amilopectina. A amilose é formada por uma cadeia linear de unidades de α -D-glicopiranosose unidas por ligações glicosídicas α 1,4, pode conter de 350 a 1000 unidades de glicose em sua estrutura. Uma característica da estrutura da amilose é a forma helicoidal, formada pelas ligações de hidrogênio entre os grupos hidroxilas das moléculas de glicose, essa estrutura é capaz de acomodar os átomos de iodo, formando compostos de inclusão de cor azul intensa. Já o segundo tipo de polímero do amido, a amilopectina, apresenta uma estrutura ramificada constituída por 10 a 500 mil unidades de α -D-glicopiranosose unidas por ligações glicosídicas α 1,4 e α 1,6 (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007). Na Figura 12 estão representadas as estruturas químicas da amilose e da amilopectina.

¹ Os valores entre parênteses indicam a porcentagem de amido presente em cada alimento.

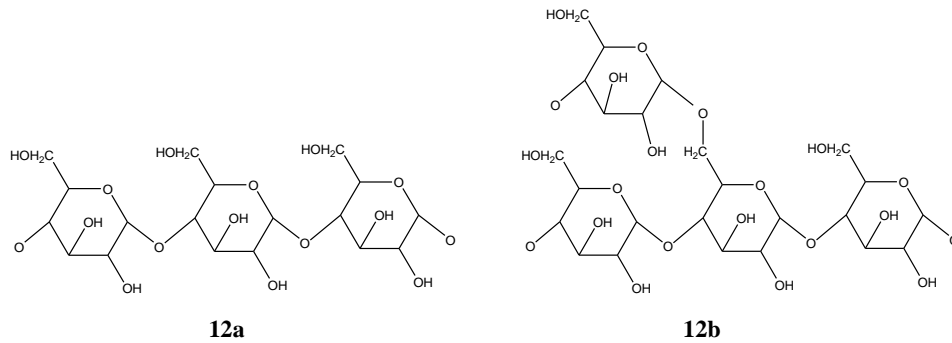


Figura 12 - Representação da estrutura da amilose (**12a**) e da amilopectina (**12b**).

A estrutura do glicogênio assemelha-se à do amido, sendo um polímero de cadeia ramificada com 6.000 a 30.000 unidades de glicose. É a reserva animal de carboidratos e possui função nutritiva. Já a celulose é um polímero de cadeia normal constituída de unidades de glicose. Nosso organismo não possui enzimas capazes de digeri-la, porém os bovinos e outros ruminantes conseguem metabolizá-la, pois seu trato digestivo possui enzimas especiais para isso, chamadas de celulase. As fontes alimentares de celulose são as frutas secas, os cereais, as castanhas e as hortaliças frescas (PALERMO, 2008).

2.2.3 Proteínas

Os alimentos fontes de proteínas para o organismo são: carne vermelha, peixe, leite, ovo, lentilha, queijos entre outros. A palavra proteína significa “o que vem em primeiro lugar” devido a sua importância vital para os seres humanos. As proteínas desempenham papel importante no organismo como elementos estruturais da pele, dos ossos e dos músculos; formação de anticorpos; manutenção da pressão osmótica do sangue; biocatalizadores controlando o crescimento, digestão, absorção, transporte, reprodução e atividades metabólicas (PALERMO, 2008).

As proteínas são polímeros de α -aminoácidos, ou seja, macromoléculas com peso molecular variando de aproximadamente dez mil até vários milhões (COULTATE, 2004). As características das proteínas são fortemente influenciadas pelas dos seus aminoácidos constituintes, os α -aminoácidos, moléculas orgânicas que apresentam o grupo amino ligado ao

carbono α , ou seja, o carbono mais próximo ao grupo carboxílico (VOET *et al.*, 2006), conforme a Figura **13a**. A diferença estrutural dos aminoácidos está na cadeia lateral “R”, que além de conferir a cada um propriedades físico-químicas diferentes, é responsável pelas forças estabilizadoras, advindas de interações fracas como ligações de hidrogênio, hidrofóbicas, eletrostáticas etc., que mantêm as estruturas conformacionais enoveladas das proteínas (FRANCISCO JR. e FRANCISCO, 2006). Os grupos amino e carboxílico podem sofrer ionização em soluções aquosas de pH neutro, o grupo amino é protonado, enquanto o grupo carboxílico perde um próton e assume sua forma de base conjugada (**13b**), característica que justifica o caráter ácido-básico dos aminoácidos (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

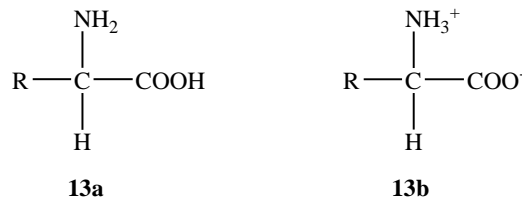
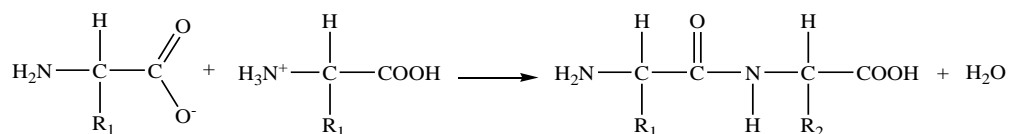


Figura 13 - Representação da fórmula geral dos α -aminoácidos (**13a**) e da forma ionizada (**13b**).

As unidades estruturais das proteínas, os α -aminoácidos, se polimerizam para formar cadeias através da reação de condensação e a ligação formada, CO–NH, é conhecida como ligação peptídica (VOET *et al.*, 2006; LEHNINGER, 2006). A formação da ligação peptídica entre dois aminoácidos conduz a formação estrutural de uma amida e forma um dipeptídeo, a interação ocorre entre o grupo carboxílico presente em uma molécula de aminoácido e o grupo amino presente em outra molécula, com eliminação de uma molécula de água. No Esquema 4 está representado um exemplo genérico dessa interação.



Esquema 4 - Interação entre dois aminoácidos e formação de um dipeptídeo.

Devido à presença dos grupos funcionais nas extremidades da estrutura dos aminoácidos, várias ligações peptídicas podem ser formadas resultando em tripeptídeos, tetrapeptídeos, pentapeptídeos e assim sucessivamente. Essa estrutura permite que os aminoácidos formem cadeias ainda mais longas, com a união de milhares ou até milhões de aminoácidos, que originam as proteínas (USBERCO *et al.*, 2009). A Figura 14 apresenta a estrutura química geral de uma proteína.

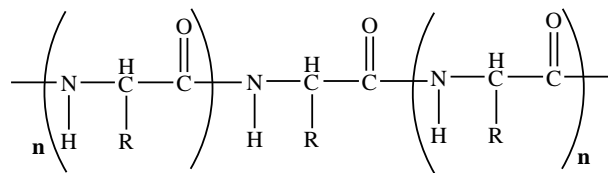


Figura 14 - Representação da unidade estrutural da proteína.

Cada proteína possui uma sequência única de aminoácidos que se arranjam espacialmente para adquirir a forma mais estável possível, essa conformação origina diferentes estruturas proteicas. A denominação estrutura primária se refere à sequência específica de aminoácidos numa cadeia polipeptídica, enquanto que os termos estrutura secundária e estrutura terciária são resultantes de interações entre grupos diferentes de uma mesma cadeia e a estrutura quaternária é formada pelas interações entre diferentes cadeias (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

A estrutura secundária é resultante da conformação local de alguma porção de um polipeptídeo, portanto é o arranjo tridimensional de aminoácidos localizados mais próximos dentro da estrutura primária. As formas mais comuns da estrutura secundária são α -hélice e a folha β , essas duas estruturas são estabilizadas pelas ligações de hidrogênio (Figura 15) e geralmente aparecem simultaneamente numa mesma proteína (FRANCISCO JR. e FRANCISCO, 2006).

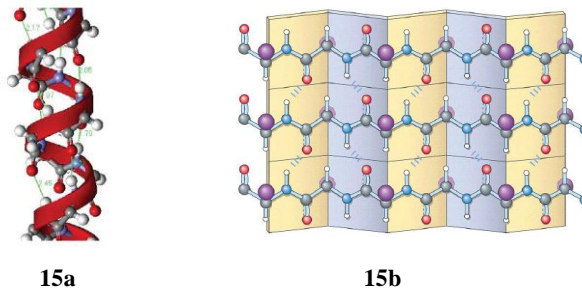


Figura 15 - Estrutura secundária da proteína: forma helicoidal α -hélice (**15a**) e folhas β (**15b**).
(FRANCISCO JR. e FRANCISCO, 2006)

A estrutura terciária corresponde ao arranjo espacial ou enovelamento de toda uma cadeia polipeptídica, inclui as interações de aminoácidos distantes na cadeia primária. Neste tipo de estrutura a cadeia polipeptídica encurva-se e dobra-se em três dimensões, dessa conformação resultam as proteínas de forma esféricas, chamadas de globulares e as de forma cilíndrica, chamadas de fibrosas. A interação entre mais de uma cadeia polipeptídica, denominadas subunidades, na composição de uma mesma molécula de proteína é chamada de estrutura quaternária (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007). A Figura 16 apresenta um esquema das estruturas primária (**16a**), secundária (**16b**), terciária (**16c**) e quaternária (**16d**).

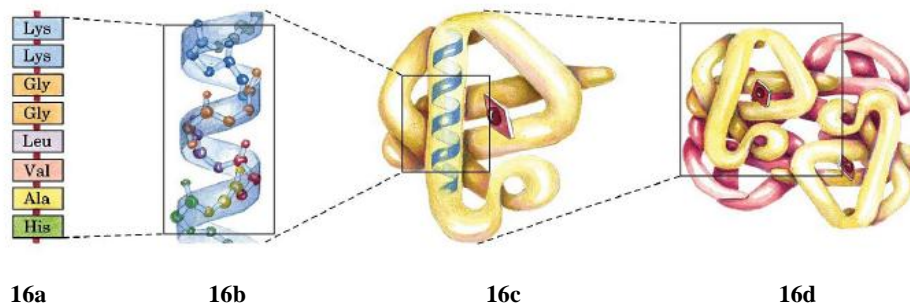
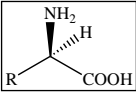



Figura 16 - Diferentes tipos de estrutura de uma proteína.
(LEHNINGER, 2006)

Embora existam centenas de aminoácidos, somente vinte são importantes para a síntese das proteínas. No Quadro 5 é apresentado os nomes, as cadeias laterais e as abreviações desses vinte aminoácidos.

Nome	Abreviação	Grupo (R-) 
Ácido aspártico	Asp, D	$-\text{CH}_2\text{COO}^-$
Ácido glutâmico	Glu, E	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$
Tirosina	Tyr, Y	$-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$
Cisteína	Cis, C	$-\text{CH}_2\text{SH}$
Asparagina	Asn, N	$-\text{CH}_2\text{CONH}_2$
Glutamina	Gln, Q	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CONH}_2$
Serina	Ser, S	$-\text{CH}_2\text{OH}$
Treonina	Thr, T	$-\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$
Histidina	His, H	$-\text{CH}_2-\text{Imidazole}^+$
Lisina	Lis, K	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3^+$
Arginina	Arg, R	$-\text{CH}_2(\text{CH}_2)_2\text{NH}-\text{C}(=\text{NH}_2^+)-\text{NH}_2$
Triptofano	Try, W	$-\text{CH}_2-\text{Indole}$
Glicina	Gly, G	$-\text{H}$
Alanina	Ala, A	$-\text{CH}_3$
Fenilalanina	Phen, F	$-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}_6\text{H}_5$
Valina	Val, V	$-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
Leucina	Leu, L	$-\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
Isoleucina	Ile, I	$-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$
Metionina	Met, M	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SCH}_3$
Prolina	Pro, P	$\text{H}_2\text{N}^+-\text{CH}-\text{COO}^-$ 

Quadro 5 - Cadeias laterais (R) e abreviação dos vinte aminoácidos formadores das proteínas.

Desses vinte aminoácidos formadores das proteínas, oito são chamados de aminoácidos essenciais, pois não são sintetizados pelos seres humanos, mas podem ser obtidos através da alimentação, sendo eles: valina, lisina, treonina, leucina, isoleucina, triptofano, fenilalanina e metionina (PALERMO, 2008). Todos os carbonos α dos aminoácidos formadores das proteínas, com exceção da glicina que possui $R = H$, são assimétricos. Isso significa que assim como os carboidratos, os aminoácidos também apresentam atividade óptica, sendo que todos os aminoácidos constituintes dos alimentos pertencem à série L. Os D-aminoácidos também ocorrem na natureza, mas não formam as proteínas, podem ser encontrados em bactérias como componentes da parede celular e em certos antibióticos (COULTATE, 2004).

As propriedades e as funções das proteínas dependem inteiramente da sequência particular de seus aminoácidos, essa sequência é única para cada proteína e não pode haver incerteza sobre a extensão exata da cadeia, pois se apenas um aminoácido estiver incorreto é provável que a proteína perca sua atividade biológica. Na Figura 17, é apresentada a sequência de aminoácidos da caseína, proteína presente no leite bovino, a sequência parece ser aleatória, mas cada molécula desta proteína produzida pela vaca apresenta a mesma ordem de aminoácidos (COULTATE, 2004).

R-P-K-H-P-I-K-H-Q-G-L-P-Q-E-V-L-N-E-N-L-L-R-F-F-V
 A-P-F-P-Q-V-F-G-K-E-K-V-N-E-L-S-K-D-I-G-S-E-S-T
 E-D-Q-A-M-E-D-I-K-E-M-E-A-E-S-I-S-S-S-E-E-I-V-P
 N-S-V-E-Q-K-H-I-Q-K-E-D-V-P-S-E-R-Y-L-G-Y-L-E-Q
 L-L-R-L-K-K-Y-K-V-P-Q-L-E-I-V-P-N-S-A-E-E-R-L-H
 S-M-K-Q-G-I-H-A-Q-Q-K-E-P-M-I-G-V-N-Q-E-L-A-Y-F
 Y-P-E-L-F-R-Q-F-Y-Q-L-D-A-Y-P-S-G-A-W-Y-Y-V-P-L
 G-T-Q-Y-T-D-A-P-S-F-S-D-I-P-N-P-I-G-S-E-N-S-E-K
 T-T-M-P-L-W

Figura 17 - Sequência dos aminoácidos da caseína.

De maneira análoga, cada alimento que possui proteínas em sua composição apresenta uma sequência única de aminoácidos, que lhe confere características singulares. Outro ponto importante é a ampla variedade de proteínas que podem existir modificando a sequência de um dos vinte α -aminoácidos formadores das proteínas.

2.2.4 Lipídeos

Os lipídeos abrangem um grupo heterogêneo de compostos, que apresentam estruturas quimicamente diferentes entre si, mas tem na insolubilidade em água uma característica definidora e comum a todos (LEHNINGER, 2006). As funções biológicas dos lipídeos são tão diferentes quanto suas características químicas, dentre as diversas funções destacamos seu importante papel no armazenamento de energia nos organismos, além de exercerem funções estruturais em todas as células e serem os responsáveis pelo isolamento térmico.

Os triglicerídeos são os lipídeos mais comuns encontrados nos alimentos, formados pela reação de condensação entre glicerol e ácidos graxos (Esquema 5), e são conhecidos como gorduras e óleos (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007; COULTATE, 2004; BAIRD, 2006). As principais fontes alimentícias das gorduras são margarina, manteiga, banha de porco e outras gorduras animais; e as principais fontes de óleo são os extraídos de frutos como, por exemplo, azeite de oliva, dendê, soja, entre outros.



Esquema 5 - Reação geral de formação dos triglicerídeos (**5c**).

A reação química representada no Esquema 5 é chamada de reação de esterificação, já que o principal produto é um éster (**5c**), no caso exemplificado, podemos chamá-lo de triglicerídeo, pois tem origem a partir de três moléculas de ácidos graxos (**5b**) e do glicerol (**5a**), num processo catalisado por enzimas (lipases) ou meio ácido (MERÇON, 2010). Os triglicerídeos podem ser classificados em óleos ou gorduras e a principal característica que os diferencia está no estado físico em que se encontram à temperatura ambiente, os óleos são líquidos e as gorduras são sólidas. Outro ponto que os difere é a estrutura química dos ácidos graxos constituintes de suas moléculas, as gorduras são formadas por ácidos graxos de cadeia média a longa e contêm mais ácido graxo saturado que os óleos. No entanto, os óleos são

constituídos por ácidos graxos de cadeia média (12-20 carbonos) e contêm mais ácido graxo insaturado que as gorduras (PALERMO, 2008).

Os ácidos graxos são os componentes estruturais da maioria dos triglicerídeos que constituem os alimentos, sendo que influenciam em muitas propriedades dos lipídeos alimentares. Em nosso organismo os ácidos graxos respondem por grande parte de nossas demandas energéticas, além disso, quando em excesso, contribuem para a indesejável carga supérflua de tecido adiposo (COULTATE, 2004). Quanto à estrutura química dos ácidos graxos que ocorrem nos alimentos, geralmente possuem alto peso molecular, cadeia linear e número par de carbonos, podendo ser saturados ou insaturados.

Uma importante propriedade dos ácidos graxos saturados é o acréscimo do PF com o aumento da cadeia carbônica, isso ocorre devido a uma maior atração de van der Waals entre as moléculas. Através da análise do Gráfico 2, percebemos essa característica e que a temperatura ambiente os ácidos graxos saturados de cadeia curta são líquidos e os de cadeia longa são sólidos.

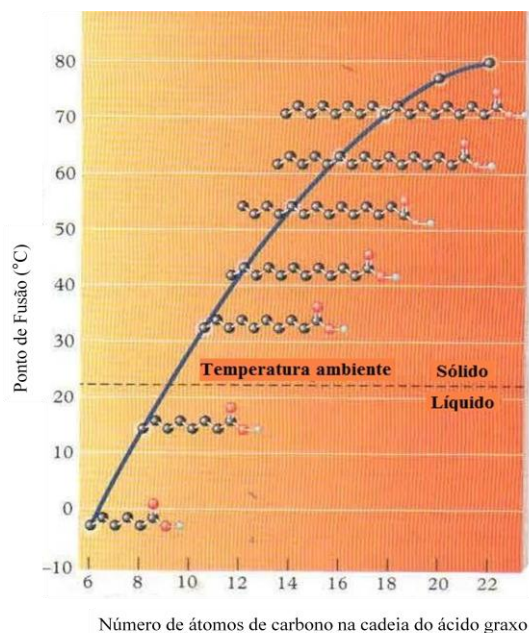


Gráfico 2 - Ponto de fusão versus cadeia carbônica dos ácidos graxos.
(BAIRD, 2006)

Quando as moléculas dos ácidos graxos apresentam uma ou mais duplas ligações, esses são classificados como insaturados, tendo a possibilidade da ocorrência dos isômeros

geométricos. Os ácidos graxos insaturados encontrados em maior quantidade nos alimentos são o do tipo *cis*, apesar de serem termodinamicamente menos estáveis que os *trans*. Para os ácidos graxos insaturados quanto maior o número de insaturações presentes na molécula, ou seja, quanto maior o número de duplas ligações menor serão seus PF, essa característica afeta principalmente os ácidos graxos *cis*, pois sua forma rígida dificulta a aproximação das moléculas diminuindo a atração de van der Waals (MERÇON, 2010). A configuração *cis* forma um ângulo rígido de aproximadamente 42° na cadeia lateral do ácido graxo, já a dupla do tipo *trans* tem pouco efeito na configuração da cadeia e conseqüentemente pouco efeito sobre o PF (COULTATE, 2004). Na figura 18 estão representadas as configurações *cis* e *trans*.

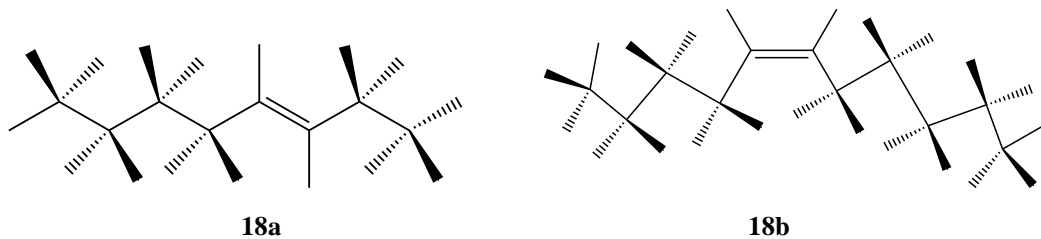


Figura 18 - Representação geral das configurações *trans* (18a) e *cis* (18b).

Para exemplificar a influência da dupla ligação no PF dos ácidos graxos, Baird (2006) apresenta um exemplo interessante conforme a Tabela 5, em que é comparado o PF e o número de duplas ligações numa molécula de um ácido graxo com 18 carbonos.

Tabela 5 - Número de insaturações versus PF.

Número de ligações C=C	PF (°C)
0	71
1	16
2	-5
3	-11

Os ácidos graxos possuem uma nomenclatura especial, usualmente utilizada para sua identificação, e uma simbologia que facilita a identificação da estrutura do composto em questão. Esta representação é indicada pela letra C, seguido pelo número total de átomos de carbono na molécula, dois pontos e o número de ligações duplas entre os átomos de carbono e as posições das ligações duplas podem ser mostradas após o símbolo Δ com indicação das duplas *trans* (MERÇON, 2010; COULTATE, 2004). Assim, o ácido *cis*-octadec-9-enóico é representado por C18:1 Δ 9 e o ácido *trans*-octadec-9-enóico por C18:1 Δ 9*trans*. Na Tabela 6 são apresentados os principais ácidos graxos presentes nos alimentos, seus nomes oficiais e usuais, suas simbologias, seus PF e fontes na alimentação.

Tabela 6 - Principais ácidos graxos presentes nos alimentos.

Nome Oficial/ Usual	Símbolo	PF (°C)	Alimentos
Ácido Butanóico/ Butírico	C4:0	-8,0	Gordura do leite
Ácido Hexanóico/ Capróico	C6:0	-3,0	Gordura do leite e óleo de coco
Ácido Octanóico/ Caprílico	C8:0	16,5	Gordura do leite, óleos de coco e de uva
Ácido Dodecanóico/ Láurico	C12:0	44,0	Óleo de semente de <i>lauraceae</i> e gordura do leite
Ácido Tetradecanóico/ Mirístico	C14:0	54,0	Óleo de noz-moscada, gordura do leite
Ácido Hexadecanóico/ Palmítico	C16:0	63,0	Óleo de soja e algodão, oliva, abacate e milho
Ácido Octadecanóico/ Esteárico	C18:0	70,0	Gordura animal e manteiga de cacau
Ácido <i>cis</i> -octadec-9-enóico/ Oleico	C18:1 Δ 9	13,0	Gorduras animal e vegetal
Ácido <i>cis,cis</i> -octadec-9,12-dienóico/ Linoléico	C18:2 Δ 9,12	-5,0	Óleo de amendoim, algodão e girassol
Ácido <i>cis,cis,cis</i> -octadec-9,12,15-trienóico/ Linolênico	C18:3 Δ 9,12,15	-11,0	Óleo de soja, gérmen de trigo e linhaça
Ácido eicosanóico/ Araquídico	C20:0	75,0	Óleo de amendoim.

Adaptado de: BOBBIO (1989 apud RIBEIRO e SERAVALLI, 2007, p. 114, 118); SOLOMONS e FRYHLE, 2005.

Atualmente, o termo gordura *trans* tem sido abordado com frequência pela mídia e comentado pelas pessoas em decorrência dos possíveis malefícios que acarreta a saúde. Como já citado anteriormente, os triglicerídeos são diferenciados de acordo com a cadeia carbônica dos seus ácidos graxos constituintes, no caso da gordura *trans*, por se tratar de um dos isômeros geométricos, o foco passa a ser os ácidos graxos insaturados do tipo *trans*.

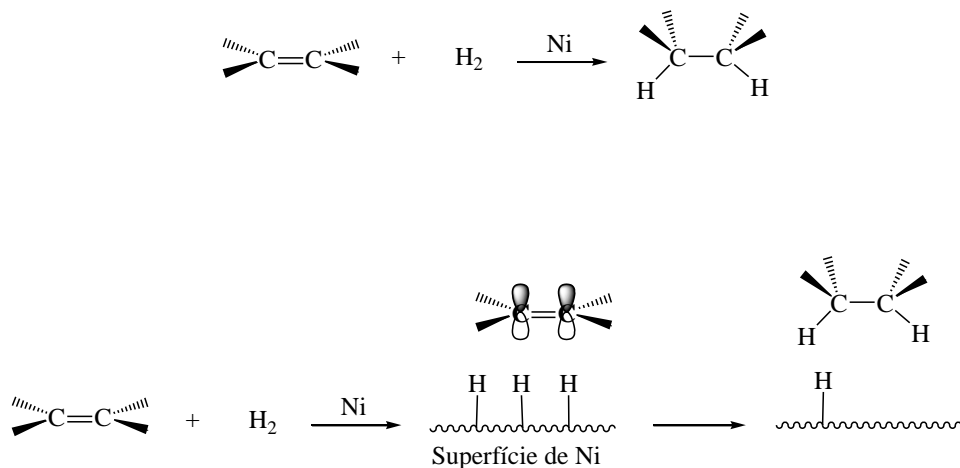
Os ácidos graxos *trans* sempre fizeram parte da dieta humana. Os produtos de origem animal como, por exemplo, carnes e leites de ruminantes eram as principais fontes desse tipo de ácido graxo. Porém, no decorrer do século passado, o avanço da industrialização e as modificações do padrão dietético ocidental promoveram um considerável aumento do consumo de lipídios constituídos por esse tipo de ácido graxo (COSTA *et al.*, 2006). Assim, as principais fontes de ácidos graxos *trans* na alimentação humana são: a transformação por microorganismos em alimentos originados de animais ruminantes, a etapa de desodorização (que visa à remoção de componentes voláteis de sabor e odor indesejável) no processamento industrial de óleos vegetais, o processo de fritura de alimentos e o processo de hidrogenação parcial de óleos vegetais (MERÇON, 2010).

A principal fonte de ácidos graxos *trans* dentre as citadas é a hidrogenação parcial de óleos vegetais, pois é utilizada pela indústria na produção de margarina e gordura hidrogenada. Após alguns estudos, que indicavam que a margarina, por ser de óleos insaturados de plantas, era mais saudável que a manteiga, constituída por ácidos saturados e de origem animal que ocasionam efeitos prejudiciais à saúde e apresentam elevados níveis de colesterol, houve um aumento na produção industrial e no consumo da margarina, que seria um produto voltado para as pessoas preocupadas com a saúde.

Entretanto, existem algumas evidências de que a margarina produzida industrialmente pode ocasionar problemas mais graves à saúde que os ácidos graxos saturados presentes na manteiga. A explicação para este fato está na fabricação da margarina, que utiliza os óleos das plantas como matéria-prima. Esses óleos são líquidos a temperatura ambiente e se mantêm nesse estado físico mesmo sob refrigeração, devido às várias insaturações presentes em suas estruturas químicas. A fim de produzir um produto semi-sólido deve ser reduzido o número de insaturações e isso ocorre através de uma reação química chamada de hidrogenação (BAIRD, 2006).

Em indústrias a hidrogenação é feita em tanques herméticos, nos quais são misturados o óleo, o hidrogênio e um catalisador, geralmente níquel, a temperaturas superiores a 180°C com pressão entre 0,5 a 4 atm (MERÇON, 2010). Em nível molecular, a hidrogenação é uma reação de adição *sin* radicalar, catalisada por um metal envolvendo uma molécula de

hidrogênio e os elétrons dos orbitais π ligantes da dupla ligação carbono-carbono do ácido graxo insaturado. A superfície do catalisador adsorve as moléculas de hidrogênio, sendo que os elétrons não emparelhados da superfície do metal emparelham-se com elétrons do hidrogênio, ligando-o à superfície. A colisão entre a molécula de ácido graxo insaturado e o hidrogênio adsorvido é acompanhada pela transferência do hidrogênio para o orbital π da molécula orgânica (SOLOMONS e FRYHLE, 2005; HENDRICKSON *et al.*, 1970). A reação genérica da hidrogenação está representada no Esquema 6.



Esquema 6 - Reação de hidrogenação.

Esta reação ocorre até que o óleo atinja o grau desejado de solidificação, e então é cessada, sendo realizada uma hidrogenação parcial do óleo. Assim, ao final do processo algumas ligações duplas carbono-carbono permanecem na margarina, entretanto devido ao aquecimento exigido pela hidrogenação das outras duplas ligações, uma mudança na geometria molecular eventualmente ocorre com algumas duplas ligações C=C que sobreviveram a esta reação. Nos óleos originais e nas gorduras encontradas na natureza a orientação dos grupos R em torno da ligação dupla é *cis* (BAIRD, 2006), porém como a configuração *trans* é mais estável termodinamicamente, nessa situação é formada preferencialmente frente à configuração *cis* (MERÇON, 2010).

Os efeitos do consumo de ácidos graxos para a saúde vêm sendo investigados nos últimos anos e acredita-se que sua principal influencia é no colesterol (SCHERR e RIBEIRO, 2007; SANIBAL e MANCINI FILHO, 2004). O colesterol é o mais abundante dos esteróides

e precursor de outros esteróides do organismo, como corticosteróides, participa da biossíntese de hormônios sexuais, ácidos biliares e vitamina D, além de ser um produto típico do metabolismo dos animais, estando presente em produtos como gema de ovo, carne, fígado e cérebro (REINEHR e AUGUSTO-RUIZ, 2002). Em nosso organismo o colesterol encontra-se associado com lipídeos e proteínas nas chamadas lipoproteínas, sendo as mais importantes a lipoproteína de alta densidade (HDL - colesterol) e a lipoproteína de baixa densidade (LDL - colesterol). O “colesterol bom” corresponde ao HDL, e é assim conhecido por ter a função de transportar os lipídeos dos tecidos para o fígado, onde são degradados e excretados. Já o chamado “colesterol ruim” que é o LDL, transporta os lipídeos biossintetizados do fígado para o resto do organismo (SOLOMONS e FRYHLE, 2005).

Os ácidos graxos *trans* quando sintetizados no processo de hidrogenação parcial de óleos vegetais, tornam a sua configuração semelhante à dos ácidos graxos saturados, pois transformam algumas ligações duplas em simples. É por esse motivo, que as gorduras *trans*, assim como os ácidos graxos saturados, elevam os níveis de LDL - colesterol, e ainda possuem um efeito adicional, o de reduzir os níveis de HDL - colesterol (SCHERR e RIBEIRO, 2007). A elevação dos níveis de LDL - colesterol contribui para o aumento do risco de doenças cardiovasculares, portanto, os ácidos graxos *trans* e os ácidos graxos saturados potencializam esse efeito. Porém, além de aumentar os níveis de LDL - colesterol e diminuir o de HDL - colesterol, os ácidos graxos *trans* podem causar um aumento na razão LDL - colesterol/ HDL - colesterol ocasionando um efeito adverso a saúde mais acentuado que os ácidos graxos saturados (MERÇON, 2010).

Os isômeros geométricos *trans* dos ácidos graxos são identificados em vários alimentos como: margarinas vegetais, massas, recheios de biscoitos, sorvetes, chocolates *diet*, frituras comerciais, massas folhadas, molhos prontos para a salada, coberturas de açúcar cristalizado, maionese, pipoca de microondas, sopas enlatadas, produtos de pastelaria, gorduras vegetais hidrogenadas, entre outros (SCHERR e RIBEIRO, 2007; SANIBAL e MANCINI FILHO, 2004).

Atualmente grandes marcas de produtos alimentícios que se preocupam com sua imagem, têm retirado a gordura *trans* da composição de vários produtos, sendo que esses ganham um *status* de mais saudável ao apresentarem o selo “0% de gordura *trans*”. Entretanto, a remoção dos ácidos graxos insaturados *trans* nesses alimentos requer quantidades maiores de ácidos graxos saturados.

Os ácidos graxos poli-insaturados são conhecidos como ácidos graxos essenciais, pois ao contrário dos ácidos graxos *trans*, influenciam positivamente na saúde das pessoas

(SOUZA e VISENTAINER, 2006). Os ácidos linolênico (C18:3 Δ 9,12,15), eicosapentaenóico (C20:5 Δ 5,8,11,14,17) e docosaexaenóico (C22:6 Δ 4,7,10,13,16,19), pertencem à série dos ácidos graxos ômega-3 (ω -3) e são considerados alimentos funcionais, pois possuem componentes benéficos para o homem, evitam a formação de coágulos sanguíneos na parede arterial, diminuem a pressão sanguínea, aumentam o HDL - colesterol e reduzem o LDL - colesterol (PALERMO, 2008). O organismo humano não produz esses ácidos, portanto, devem ser ingeridos através da alimentação e as principais fontes são os óleos de linhaça e de peixes. Já os ácidos da série ômega-6 (ω -6), linoléico (C18:2 Δ 9,12) e araquidônico (C18:4 Δ 5,8,11,14), são responsáveis pela integridade da pele e pelo funcionamento renal e podem ser encontrados nos óleos de oliva, milho e girassol (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007, PALERMO, 2008).

Os ácidos graxos poli-insaturados da série ω -3 apresentam a sua primeira dupla ligação entre o terceiro e quarto carbonos, enquanto que os ácidos da série ω -6 entre o sexto e sétimo carbonos, a partir do último grupo metílico da molécula. As estruturas químicas dos ácidos linolênico (ω -3) e linoléico (ω -6) estão representadas na Figura 19.

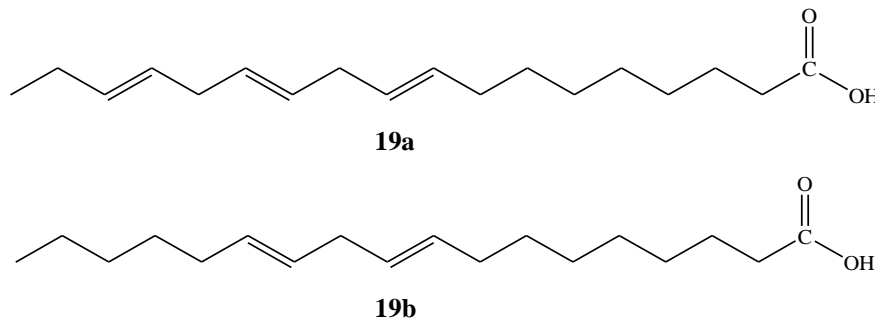


Figura 19 - Estruturas químicas dos ácidos linolênico (**19a**) e linoléico (**19b**).

Tendo considerado os lipídeos e seus ácidos graxos constituintes do ponto de vista da Química, terminamos a nossa revisão sobre os macronutrientes, componentes alimentares que devem ser ingeridos em maiores proporções pelos seres humanos. Os tópicos seguintes estão relacionados com os micronutrientes, as vitaminas e os sais minerais, classes de compostos que também compõem a diversidade de substâncias presentes nos alimentos.

2.2.5 Vitaminas

O conceito de vitaminas não é unanimidade nos livros de Química, Bioquímica ou Nutrição, pois são formadas por um grupo heterogêneo de substâncias orgânicas complexas presentes nos alimentos. Não possuem estruturas químicas semelhantes entre si e suas funções biológicas variam de vitamina para vitamina.

O termo vitamina surgiu quando Casimir Funk realizou experimentos com soluções concentradas de aminas e observou a redução dos sintomas da doença conhecida como beribéri, provocada pela ausência de uma determinada amina. Portanto, esse termo foi criado para indicar uma amina essencial à vida. Mais tarde, outras substâncias que não pertenciam à função orgânica amina foram identificadas como possuindo funções biológicas de vitaminas. As vitaminas devem ser ingeridas em quantidades mínimas, por isso são chamadas de micronutrientes, em geral promovem o crescimento, mantêm a vida e a capacidade de reprodução (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

O principal critério para a classificação das vitaminas é a solubilidade, podem ser: hidrossolúveis (complexo B, C) e lipossolúveis (A, D, E, K). As vitaminas hidrossolúveis, ou seja, solúveis em água devido as suas estruturas polares, são mantidas no meio líquido do corpo e eliminadas através do suor e da urina. As lipossolúveis, solúveis em lipídeos, ficam nos tecidos gordurosos e no fígado (PALERMO, 2008).

A vitamina A é conhecida como retinol, sua estrutura química (Figura 20) apresenta duplas ligações conjugadas e a função orgânica álcool. A presença dessa vitamina no organismo é essencial para a visão em ambientes pouco iluminados, crescimento dos ossos, desenvolvimento e manutenção do tecido epitelial. Quando ingerida em excesso é prejudicial ao organismo causando problemas nos ossos, na pele e nos cabelos. As principais fontes de vitamina A são: óleo de fígado de bacalhau, fígados de aves e bovinos, cenoura, espinafre e brócolis (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

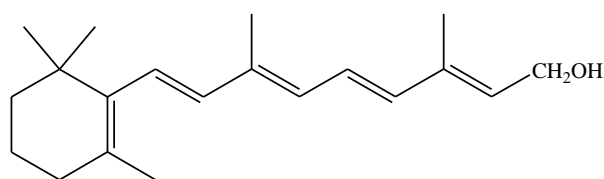
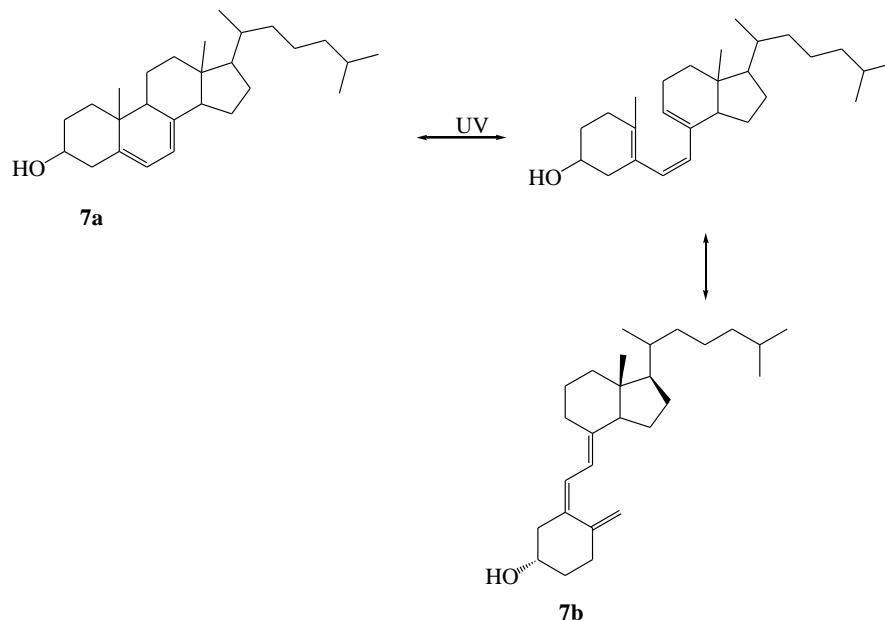


Figura 20 - Representação da estrutura química do retinol (vitamina A).

Nas células da epiderme da pele está presente a substância 7-deidrocolesterol, que reage com os raios ultravioletas do sol gerando o colecalciferol, mais conhecido como vitamina D. O curso dessa reação de fotólise é representado no Esquema 7, o comprimento de onda adequado para a primeira etapa da reação é de 300 nm, a segunda etapa é espontânea. Quando a pele humana é exposta a luz solar durante um período de tempo adequado, nosso organismo sintetiza as quantidades necessárias de vitamina D, que devem ser ingeridas diariamente para suprir as necessidades do organismo, que é 2,5 a 10 µg. Por isso, é recomendado que crianças, bebês, gestantes e lactantes se exponham ao sol durante um determinado período do dia (COULTATE, 2004).



Esquema 7 - Esquema da reação de formação do colecalciferol (7b) a partir do 7-deidrocolesterol (7a).

O principal papel fisiológico da vitamina D no corpo é a manutenção do nível de cálcio e fósforo que são responsáveis pelo crescimento e regeneração dos ossos, prevenindo o raquitismo, a osteoporose e a ocorrência de cárie dentária. Antigamente, os baixos níveis de vitamina D eram comuns em crianças que viviam em lugares onde o inverno é muito rigoroso e pouco ensolarado, desta forma recebiam quantidades insuficientes de raios ultravioletas para sintetizarem suas próprias vitaminas. Atualmente, a vitamina D vem sendo adicionada ao leite

para garantir o nível adequado principalmente em crianças, porém as principais fontes dessa vitamina são: peixes, fígado, manteiga e gema de ovo (BAIRD, 2006).

Há indícios de que a vitamina E contribui para a fertilidade, por isso é conhecida como a vitamina antiesterilidade. Além disso, exerce outras funções no organismo, como a de proteger as substâncias contra a oxidação, evitando a formação de radicais livres, assim retardando o envelhecimento (PALERMO, 2008).

Devido a sua estrutura química, a vitamina E é um bom anti-oxidante. Existem oito compostos químicos conhecidos que apresentam atividade da vitamina E, quatro são derivados do tocoferol e quatro do tocotrienol, sendo que todos são derivados do 6-cromanol (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007). Na Figura 21 estão representadas as estruturas químicas do 6-cromanol, tocoferol e tocotrienol.

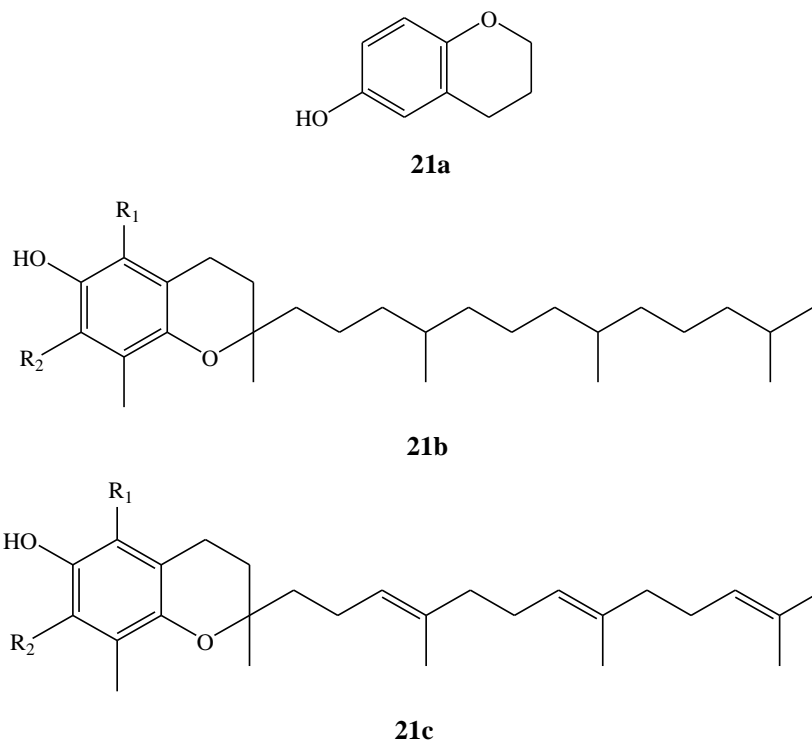


Figura 21 - Estruturas químicas do 6-cromanol (**21a**), tocoferol (**21b**) e tocotrienol (**21c**).

Analisando a Figura 21, observamos que a única diferença estrutural entre o tocoferol (**21b**) e o tocotrienol (**21c**) é a presença de duplas ligações na cadeia lateral, enquanto o primeiro possui uma cadeia lateral saturada, o outro possui três ligações duplas nessa cadeia.

As variações na substituição do grupo metila no núcleo cromano fornecem os oito compostos orgânicos que formam o complexo E. As formas α , β , γ ou δ diferem entre si, pelo número e posição das metilas no anel cromanol. O Quadro 6 apresenta os substituintes do tocoferol e do tocotrienol.

	R₁	R₂
α	CH ₃	CH ₃
β	CH ₃	H
γ	H	CH ₃
δ	H	H

Quadro 6 - Substituintes do tocoferol e do tocotrienol.

A propriedade antioxidante da vitamina E deve-se a facilidade com que doa um hidrogênio do grupo fenólico do anel cromanol para os radicais livres. Alguns alimentos fontes de vitamina E são: óleos vegetais e produtos derivados como maionese, temperos para salada, germe de trigo, gema do ovo, sementes, fígado, vegetais folhosos e legumes.

Alimentos como fígado, porco, alface, couve, espinafre, repolho e cereais são as melhores fontes da vitamina K, sendo que sua ingestão recomendada por dia é de 70 – 90 μ g. No organismo, a vitamina K é necessária para a produção da enzima protrombina, a qual é responsável pela coagulação sanguínea (PALERMO, 2008). As estruturas químicas da vitamina K são compostas por quinonas, as quais são responsáveis pela sua atividade biológica. A filoquinona ou vitamina K₁ e a menaquinona, vitamina K₂, ocorrem naturalmente e a menadiona ou vitamina K₃ é a forma sintética, e possui atividade cerca de duas vezes maior que as formas naturais (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007). As estruturas químicas das vitaminas K₁, K₂ e K₃ estão representadas na Figura 22.

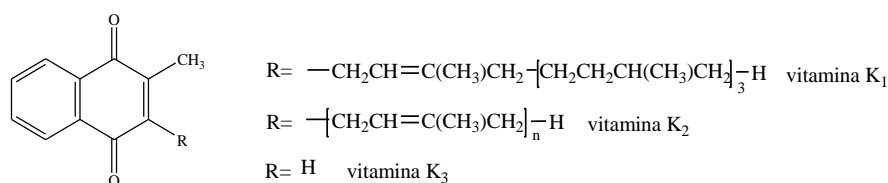


Figura 22 - Estruturas químicas das vitaminas K1, K2 e K3.

A vitamina C, também conhecida como ácido ascórbico (Figura 23), é encontrada principalmente nas frutas cítricas como limão, laranja, tangerina, goiaba, morango, tomate e nos vegetais, por exemplo, brócolis, couve, repolho, espinafre, mostarda, agrião, pimentão verde, entre outros (FIORUCCI *et al.*, 2003).

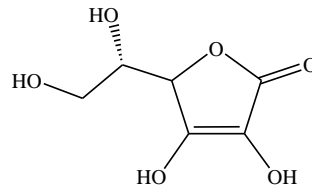
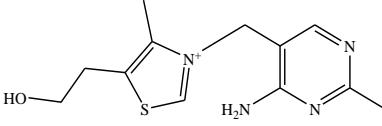
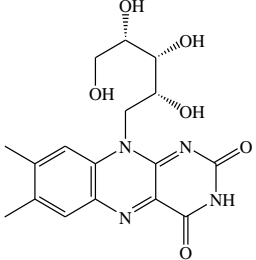
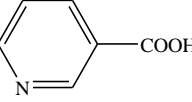
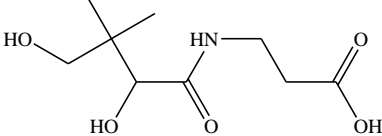
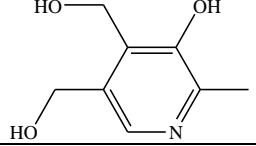
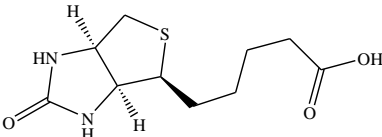
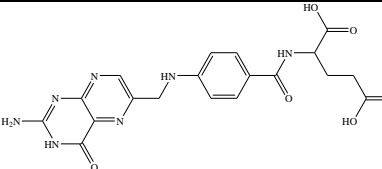


Figura 23 - Estrutura química da vitamina C.

O escorbuto é uma doença antiga e foi detectada através de estudos de restos mortais da era Neolítica, causada por uma anomalia no colágeno, proteína principal na constituição dos ossos, dentes e tendões. Alguns dos sintomas do escorbuto são: exaustão, hemorragias nasais e bucais, dores musculares e perda de dentes. Uma das principais causas desta anomalia é a carência de vitamina C (LE COUTEUR e BURRESON, 2006), necessária para a formação da fibra do colágeno.

Os seres humanos não são capazes de sintetizar a vitamina C, por isso é recomendada a dosagem de 65 – 75 mg por dia, o que corresponde ao consumo de uma laranja. Dentre suas funções no organismo é conhecida por aumentar a resistência às gripes e resfriados, além de prevenir o escorbuto; ajuda a absorver o ferro; cicatriza feridas; sustenta as fibras do colágeno, evitando as rugas e; em parceria com o cálcio, fortalece os dentes, gengivas e os vasos sanguíneos capilares (PALERMO, 2008).

O complexo vitamínico B é constituído por diferentes substâncias químicas que apresentam funções biológicas relacionadas. Muitas das vitaminas do complexo B atuam como componentes essenciais de coenzimas ou grupos prostéticos, além de participarem de processos metabólicos como a glicólise, ciclo de Krebs, fermentação alcoólica, entre outros (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007). O Quadro 7 apresenta informações das substâncias que compõem o complexo vitamínico B.

Vitamina	Estrutura química	Funções Biológicas	Fontes
B ₁ (Tiamina)		Atua no sistema nervoso e no metabolismo de gorduras, proteínas e carboidratos. Sua carência provoca a doença beribéri	Carne, legumes, raízes, leite, pescado, gema do ovo e amendoim
B ₂ (Riboflavina)		Atua como componente de coenzimas, essencial para o crescimento e para a saúde dos olhos e da pele	Levedo, fígado, rim, leite, queijos, gema, vegetais folhosos, algumas frutas e leguminosas
B ₃ (Niacina)		Componente das enzimas NAD e NADP, relacionadas com o metabolismo dos açúcares e respiração celular	Carnes, peixe, amendoim, ovos, leite, figo, tâmara e ameixa
B ₅ (Ácido pantotênico)		Atua no metabolismo de gorduras, proteínas e carboidratos	Ovos, rins, salmão, brócolis e leveduras
B ₆ (Piridoxina)		Atua no metabolismo dos aminoácidos, auxilia na síntese de células sanguíneas	Carnes, peixe e aves, batata, aveia, banana e leguminosas
B7 (Biotina)		Auxilia na síntese de ácidos graxos e formação de ácidos nucleicos	Cogumelos, banana, melão, morango, laranja e fígado
B9 (Ácido fólico)		Síntese de RNA e DNA e auxilia no crescimento	Vegetais folhosos, fígado, leveduras e frutas.
B12 (Cobalamina)	Há vários compostos que apresentam atividade da vitamina B ₁₂ , sendo a cianocobalamina e hidroxicobalamina as formas mais ativas.	Atua na formação das células vermelhas do sangue, sua deficiência causa anemia	Fígado de porco, rim de vaca, ovos, pescados, leite e queijo.

Quadro 7 - Vitaminas do complexo B, suas estruturas químicas, funções biológicas e fontes.

Adaptado de: RIBEIRO e SERAVALLI, 2007 e BAIRD, 2006.

Tabela 7 - Funções, fontes e quantidades de ingestão recomendada por dia dos elementos essenciais.

Mineral	Funções	Fontes	Quantidade (por dia)
Na ⁺	Atua no controle da pressão osmótica do sangue e na propagação de impulsos nervosos	Ingerido em todos os alimentos temperados com sal de cozinha (NaCl)	5g de Na ⁺ ou 12 g de NaCl
K ⁺	Auxilia no equilíbrio osmótico, participa da contração muscular cardíaca e das atividades neuromusculares	Banana, água de coco, feijão, bacalhau, batata, amendoim	2 g
Ca ²⁺	Constitui os ossos e dentes, participa dos processos de coagulação, transmissão nervosa e regulação de batimentos cardíacos	Leite, queijos, vegetais de folhas verde-escuras, moluscos, sardinha e salmão	1 g a 1,2 g
Fósforo (PO ₄ ⁻³ , HPO ₄ ⁻² , H ₂ PO ₄ ⁻)	Atua na formação do DNA e RNA, desempenha papel importante na obtenção de energia formando o ATP e na mineralização de ossos e dentes	Carnes vermelhas e brancas, ovos, leguminosas e frutas oleaginosas	800 mg
Cl ⁻	Participa do equilíbrio ácido-base para manutenção do pH sanguíneo, na ativação de enzimas e na formação do suco gástrico (HCl)	O sal de cozinha (NaCl)	750 mg para adultos e 1,3 g para adolescentes
Mg ²⁺	Atua na formação dos dentes e ossos, no funcionamento nervoso e muscular	Leite, cereais e vegetais	350 mg
Fe ²⁺	75% do ferro que consumimos faz parte da hemoglobina presente nas hemácias, a qual é responsável pelo transporte de gás oxigênio	Fígado de boi, açaí e flocos de cereais	8 a 18 mg
Zn ²⁺	Componente de enzimas que são responsáveis pelo crescimento e pela reprodução	Frutos do mar, peixe, carne bovina, leite e derivados, cereais, nozes e feijão	12 a 15 mg
I	Responsável pela produção do hormônio da tireóide, assim como pelo crescimento e pela produção de energia	Frutos do mar, algas, peixes e lentilha	150 µg
F ⁻	Atua no crescimento e reprodução humana, faz parte dos ossos e dentes	Água fluoretada	3 a 4 mg

Adaptado de: USBERCO *et al.*, 2009 e PALERMO, 2008.

2.3 Energia dos alimentos

A energia é um conceito difícil de ser definido, mas de muita importância para a Ciência, vários trabalhos como os de Oliveira e Santos (1998), Sodré (2008), This (2006) reportam essa dificuldade. Para não ficarmos apenas na simples definição de que “a energia é a capacidade de realizar trabalho”, utilizaremos o conceito de Robert Wolke, professor emérito de Química da Universidade de Pittsburgh, que consideramos esclarecedor para essa grandeza.

Energia é o que faz as coisas acontecerem... Ela vem sob diversas formas: movimento físico (pense no caminhão), energia química (pense na dinamite), energia nuclear (pense em reator), energia elétrica (pense em bateria), energia gravitacional (pense em cachoeira) e, sim, na forma mais comum de todas, calor (WOLKE, p. 159, 2003).

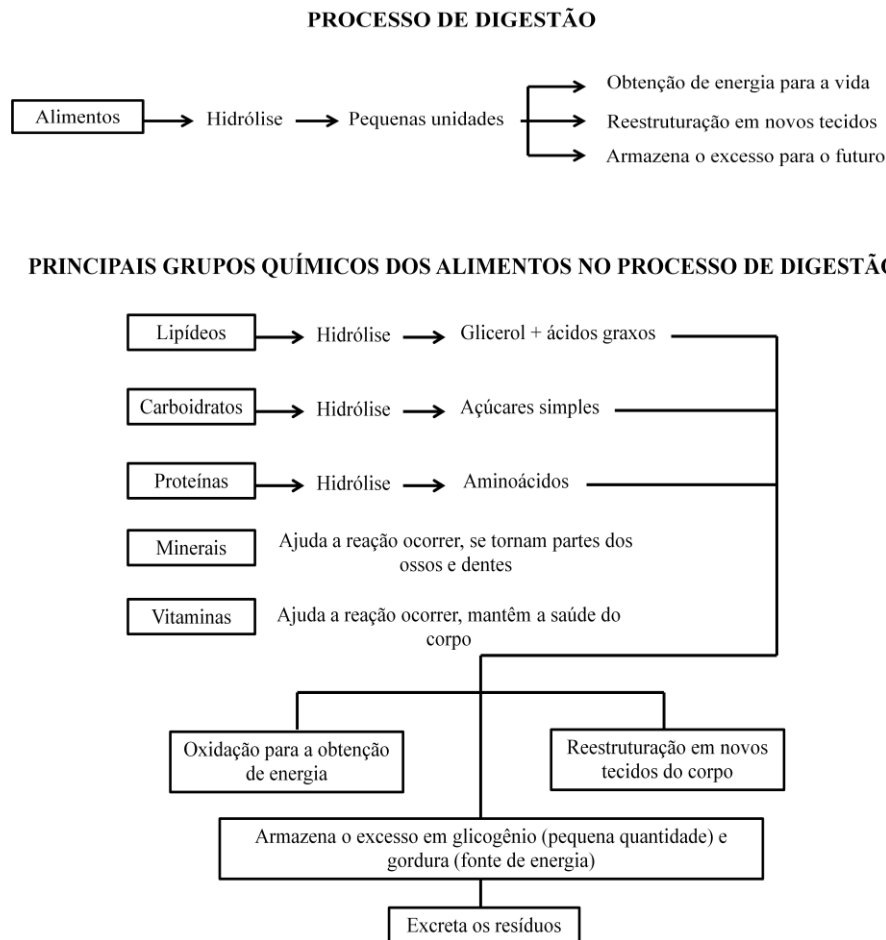
Assim, após esse esclarecimento sobre o conceito de energia, acreditamos ser possível começar a nossa discussão sobre a energia dos alimentos. Nesta seção será discutido sobre o processo de obtenção de energia através dos alimentos, como é quantificada a energia dos alimentos, a alimentação balanceada e os guias alimentares.

2.3.1 A obtenção de energia através dos alimentos

Toda a energia necessária para a realização das nossas atividades vitais e diárias provém da nossa alimentação. Os alimentos são o combustível para vida, quando ingeridos pelo nosso organismo resultam em energia térmica (calor) e energia mecânica (movimentos). Entretanto, como os alimentos são constituídos em sua maior parte por macromoléculas, para o nosso organismo aproveitá-los energeticamente, é necessário quebrar essas grandes moléculas num processo conhecido como digestão.

A digestão dos alimentos envolve basicamente a reação de hidrólise. Nesta reação os compostos são quebrados em pequenas unidades na presença de água, é o oposto da reação de condensação que forma as proteínas e os polissacarídeos. A hidrólise ocorre com os três principais grupos componentes dos alimentos, carboidratos, proteínas e lipídeos, e as vitaminas e os sais minerais são cofatores ou coenzimas deste tipo de reação. Os produtos da

hidrólise são convertidos diretamente em energia, reestruturados em novos tecidos do corpo, ou armazenados na forma de glicogênio ou tecido adiposo (GEBELEIN, 1997). O Esquema 8 resume o processo de digestão dos alimentos.

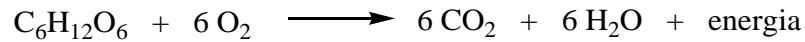


Esquema 8 – Processo de digestão dos alimentos.
(GEBELEIN, 1997)

Somente após as reações de hidrólise é que nossas células podem obter energia dos alimentos, esse processo ocorre em várias etapas envolvendo a transferência de elétrons em reações de oxidação-redução, sendo a glicose a molécula mais rica energeticamente.

A glicose é o produto final da digestão dos carboidratos e quando nosso organismo precisa de maiores quantidades, ela pode ser sintetizada a partir das reservas de lipídeos e proteínas através de reações bioquímicas. Estas reações são muito importantes para o cérebro e para as células vermelhas do sangue, pois só podem utilizar a glicose para suas necessidades energéticas (JOESTEN e WOOD, 1996). A oxidação completa da glicose resulta em dióxido

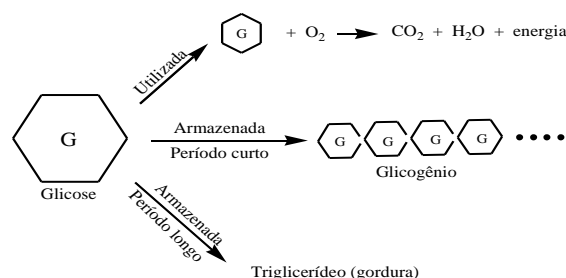
de carbono e água, ocorre com grande liberação de energia, aproximadamente 2.840 KJ por mol, que é transferida para o ATP (adenosina trifosfato) (LEHNINGER, 2006). A reação de combustão da glicose está representada no Esquema 9.



Esquema 9 - Reação de combustão da glicose.

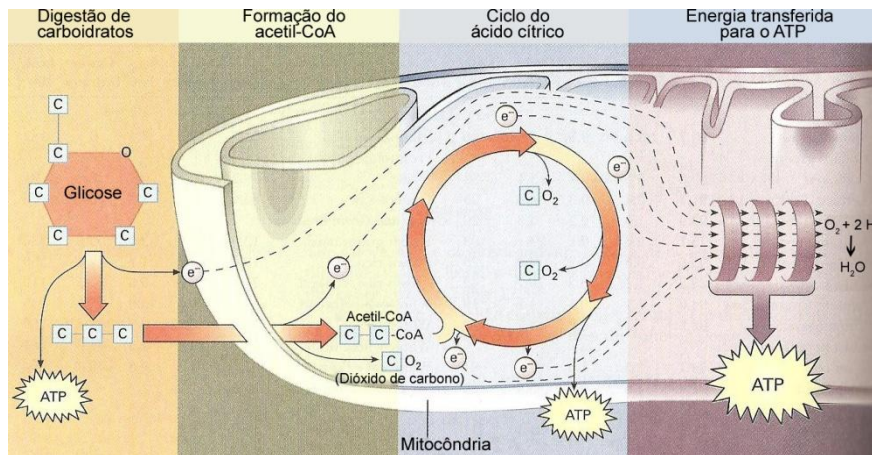
Assim como outros açúcares, a glicose possui muitos grupos hidroxilas (HO^-) em sua estrutura que formam ligações de hidrogênio com as moléculas de água, aumentando sua solubilidade. Como o sangue é, em maior parte, constituído por água, a glicose se solubiliza na corrente sanguínea e é levada até todas as células. Quando as moléculas de glicose chegam às células reagem com o oxigênio, também carregado pelo sangue, para produzir a energia necessária, por exemplo, para os nossos músculos trabalharem ou nossos cérebros pensarem. Nas células, os seis átomos de carbono da glicose são gradualmente oxidados a dióxido de carbono e água (BAIRD, 2006).

No esquema 10 é apresentado o destino da glicose em nosso organismo: quando é utilizada, para suprir as necessidades biológicas e físicas, e quando é armazenada, por um período curto de tempo ou por um período longo, sendo metabolizada em triglicerídeos (gordura). Este último caso ocorre quando não gastamos a quantidade energética que consumimos durante um determinado período.



Esquema 10 - O destino da glicose no corpo.
(BAIRD, 2006)

O ATP usualmente é chamado de “moeda energética” do corpo, pois carrega a energia que é utilizada pelo organismo. A transformação da molécula de glicose em dióxido de carbono ocorre simultaneamente com formação do ATP, como representado no Esquema 11.



Esquema 11 - Obtenção de energia através da glicose.
(JOESTEN e WOOD, 1996)

Na célula, primeiramente a glicose é convertida em moléculas com três átomos de carbonos e após entra na mitocôndria, que é a parte da célula conhecida como “motor” gerador de energia. Os átomos de carbono são carregados aos pares pela coenzima acetil-coA para o ciclo do ácido cítrico, um ciclo de oito reações que convertem os grupos acetilas ($\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—CH}_3$) em dióxido de carbono. Simultaneamente, a energia química dos grupos acetilas é transferida para a cadeia transportadora de elétrons, e em um processo complexo o ATP é sintetizado juntamente com a água (JOESTEN e WOOD, 1996).

De maneira semelhante, os átomos de carbono provenientes da digestão das proteínas e dos lipídeos são transferidos pela coenzima acetil-coA, e o trajeto é o mesmo que ocorre com os átomos de carbono procedentes dos carboidratos. Através deste processo que ocorre em todas as células, nosso organismo obtém energia dos alimentos.

Então, como os alimentos são constituídos por diversos tipos de nutrientes, liberam diferentes quantidades de energia para o organismo. No tópico seguinte será abordada a maneira como é quantificada a energia dos alimentos e as unidades do Sistema Internacional (SI) e nutricional, que são usualmente empregadas para determinar as quantias energéticas dos alimentos.

2.3.2 Como é quantificada a energia dos alimentos

A energia que os alimentos produzem em nosso organismo geralmente é expressa em quilocalorias (Kcal). Por definição, 1 Kcal é a quantidade de energia necessária, na forma de calor, para elevar a temperatura de 1 Kg de água de 15°C para 16°C. Assim, por exemplo, se um alimento fornece 300 Kcal, significa que a energia produzida pelas ligações químicas dos nutrientes que compõe esse alimento eleva a temperatura de 300 litros de água em 1°C (PALERMO, 2008).

Com o intuito de simplificar alguns livros de alimentos, rótulos alimentícios e dietas expressam a quilocaloria em Caloria, com “c” maiúsculo (WOLKE, 2003). Portanto, podemos utilizar a seguinte igualdade $1000 \text{ cal} = 1 \text{ Kcal} = 1 \text{ Cal}$ para relacionar as duas formas, científica e nutricional, de representação dessa unidade.

Já o Sistema Internacional de Unidades (SI) recomenda a utilização do Joule (J) como unidade de medida da energia. O Esquema 12 apresenta a relação do joule com quilocaloria.

$$1 \text{ cal} \longrightarrow 4,18 \text{ J} \qquad 1 \text{ Kcal} \longrightarrow 4,18 \text{ KJ}$$

Esquema 12 – Relação entre Joule e caloria.

Calorímetro ou bomba calorimétrica são denominações do aparelho utilizado para medir as calorias dos alimentos. Consiste basicamente em um frasco que contém água no qual uma câmara com oxigênio, chamada de câmara de combustão, é mergulhada contendo a amostra de alimento de massa conhecida. Por meio de uma corrente elétrica, a amostra é queimada e o calor é absorvido pela água, aumentando sua temperatura medida por um termômetro. O calor liberado pela combustão representa o valor energético total do alimento. Na Figura 25 está ilustrado um calorímetro.

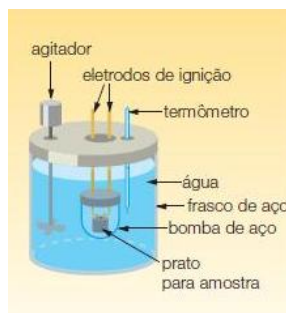


Figura 25 - Calorímetro.
(USBERCO *et al.*, 2009)

O cálculo da energia liberada pelo alimento baseia-se na Primeira lei da Termodinâmica, em que a quantidade de calor produzida na combustão é igual a quantidade de calor recebida pela água. Conhecendo a variação de temperatura e a massa da água e do alimento, podemos calcular através da equação $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ (onde: Q é a quantidade de calor; ΔT é a variação de temperatura; m e c são a massa e o calor específico da água, respectivamente) a quantidade de energia liberada na combustão da amostra do alimento.

Desta maneira, utilizando um calorímetro de água, é possível quantificar as energias liberadas pelos alimentos. Como já ressaltamos anteriormente, cada um dos nutrientes energéticos libera diferentes quantidades de energia para o organismo, que são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Energia bruta e metabólica dos nutrientes energéticos.

Nutriente	Energia bruta (Kcal/g)	Energia Metabolizável (Kcal/g)
Lipídeo	9,4	9
Carboidrato	4,15	4
Proteína	5,65	4

Adaptado de PALERMO, 2008.

A energia bruta de um alimento ou nutriente é a energia liberada pela queima total do alimento ou nutriente num calorímetro e a energia metabólica corresponde a real energia utilizada pelo nosso organismo para a manutenção da vida. Através da análise da Tabela 8,

observamos que o calor de combustão determinado por calorimetria direta não é exatamente o mesmo valor energético obtido pelo organismo. Isso ocorre porque o organismo não consegue queimar todo o alimento ingerido, no caso da proteína, por exemplo, que apresenta os valores mais discrepantes entre a energia bruta e metabólica, a explicação é devido a sua estrutura que é formada por 16% de nitrogênio. Em nosso organismo, os átomos de nitrogênio se combinam com os de hidrogênio e são eliminados na forma de uréia pela urina. Essa eliminação representa mais 17% da energia da proteína medida pelo calorímetro, correspondente ao hidrogênio. Assim, através do cálculo $5,65 - 16\% - 17\% \approx 4$ Kcal (PALERMO, 2008).

2.3.3 Alimentação balanceada

O princípio fundamental de uma dieta balanceada é manter o equilíbrio entre a ingestão e gastos energéticos, ou seja, a quantidade de energia contida nos alimentos ingeridos deve ser semelhante à necessária para a manutenção dos nossos processos vitais e realização de nossas atividades diárias (USBERCO *et al.*, 2009). Além disso, uma dieta balanceada é composta pelo consumo de alimentos mais saudáveis em proporções adequadas, não ultrapassando as quantidades calóricas indicadas para cada faixa etária e sexo. Na Tabela 9 é apresentada as necessidades energéticas de homens e mulheres em diferentes faixas etárias.

Tabela 9 - Ingestão diária de energia, em Kilocalorias, recomendada para os homens e mulheres em diferentes faixas etárias.

Idade (anos)	Homens (Kcal)	Mulheres (Kcal)
1 – 3	1.300	1.300
4 – 6	1.700	1.700
7 – 10	2.400	2.400
11 – 14	2.700	2.200
15 – 18	2.800	2.100
19 – 22	2.900	2.100
23 – 50	2.700	2.000
51 – 75	2.400	1.800
Acima de 76	2.050	1.600

Adaptado de USBERCO *et al.*, 2009.

Para a manutenção de uma dieta balanceada é importante conhecer a quantidade de energia química liberada pelos alimentos para o organismo após sua digestão e metabolização. A Tabela 10 apresenta alguns alimentos e seu valor energético.

Tabela 10 - Energia de alguns alimentos em Kilocalorias.

Alimento	Quantidade	Kilocalorias
Maçã vermelha	1 unid. 100 g	54
Pão francês	1 unid. 100 g	275
Filé bovino	1 unid. 100 g	180
Batata frita	1 porção de 110 g	440
Chocolate ao leite	1 unid. 100 g	540
Coca-cola®	1 copo 330 mL	138
Ovo cozido	1 unid. 100 g	178
Cerveja comum	1 copo 300 mL	105
Bolo de chocolate	1 unid. 100 g	340
Leite integral	1 copo de 100 mL	132
Laranja	1 unid. 100 g	42
Arroz branco	1 porção 100 g	127
Salada verde (sem óleo)	1 porção	15

Adaptado de DOROSZ, 2006.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) aconselha que as pessoas realizem atividades físicas durante toda a vida. A atividade física é definida como qualquer movimento realizado pelo sistema esquelético com gasto de energia. Esse conceito não se confunde com o de exercício físico, que é uma categoria da atividade física definida com um conjunto de movimentos repetitivos planejados e estruturados para melhorar o desempenho físico. Ambos são importantes para manter o balanço energético, contudo o primeiro implica adotar hábitos mais ativos em ações do cotidiano, optando-se pela realização de tarefas no âmbito doméstico, no local de trabalho e por atividades de lazer e sociais mais ativas; o segundo geralmente

requer locais próprios para sua realização, sob a supervisão e orientação de um profissional capacitado em academias de ginástica, clubes e outros locais (BRASIL, 2005).

Assim como os alimentos fornecem diferentes quantidades de energia, as diversas atividades físicas como, por exemplo, as esportivas, de rotina ou de entretenimento gastam diferentes quantidades calóricas. A Tabela 11 apresenta os gastos energéticos das diferentes atividades físicas do nosso dia a dia.

Tabela 11 - Gastos energéticos das diferentes atividades físicas.

Atividade	Kilocalorias/hora
Trabalho de escritório	20 – 40
Trabalho doméstico	25 – 100
Trabalho manual	50 – 200
Caminhar	100 – 400
Correr	200 – 900
Ciclismo	200 – 700
Voleibol	400 – 500
Futebol	400 – 500
Basquetebol	400 – 500
Natação	200 – 800
Condução de automóvel	40 – 80

Adaptado de DOROSZ, 2006.

Como cada pessoa possui seu metabolismo, os gastos de calorias através dos exercícios físicos variam para cada indivíduo e dependem de outros fatores como sexo, idade, peso corporal, altura e etc. Com o intuito de auxiliar a população na manutenção de uma alimentação saudável e equilibrada, pesquisadores e estudiosos desenvolveram os guias alimentares, que tem como objetivo auxiliar na promoção da saúde e prevenção das doenças.

2.3.4 Guias alimentares

Os guias alimentares fazem parte de projetos nacionais desenvolvidos por grupos interdisciplinares para elaboração de programas de educação nutricional. Esse grupo é constituído por educadores em nutrição, nutricionistas e especialistas em enfermidades originadas por dietas inadequadas. Estes guias têm o propósito de contribuir para a orientação de práticas alimentares que visem à promoção da saúde e a prevenção de doenças relacionadas à alimentação (PACHECO, 2006). Dentre os recursos mais utilizados pela OMS para difusão de uma dieta saudável são a Pirâmide dos Alimentos e a Roda Alimentar.

A Roda Alimentar é um gráfico que ilustra os grupos alimentares indispensáveis a nutrição dos brasileiros (energéticos, construtores e reguladores) e, no centro da Roda, o estímulo ao consumo de água. Na Figura 26 está representada a Roda Alimentar.



Figura 26 - Roda Alimentar.
(PACHECO, 2006)

A Pirâmide dos Alimentos é um instrumento simples, prático e instrutivo, é um guia destinado a pessoas saudáveis maiores de dois anos de idade. Através da visualização da pirâmide podemos ter noções nutricionais importantes como variedade, proporção e moderação. A variedade pode ser observada entre os diferentes grupos alimentares que compõem a Pirâmide Alimentar, sendo que nenhum grupo é mais importante que o outro. A proporcionalidade é transmitida pelo tamanho dos grupos e pela indicação do número de porções recomendadas. A moderação pode ser observada pelos integrantes do topo da

pirâmide, que devem ser consumidos em quantidades menores. A Pirâmide dos Alimentos está ilustrada na Figura 27.



Figura 27 - Pirâmide dos Alimentos.
(WILLETT e SKERRETT, 2005)

Neste capítulo podemos observar o grande número de conceitos científicos envolvidos no estudo da natureza química dos alimentos.

No capítulo 3 será realizada uma análise em alguns livros didáticos de Química utilizados no ensino médio, com o objetivo de detectar como esta temática está sendo proposta por este instrumento.

CAPÍTULO 3 – ANÁLISE DA ABORDAGEM DA TEMÁTICA “ALIMENTOS” NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA

3.1 Pesquisas nos livros didáticos: Uma breve revisão

Apesar das inúmeras fontes de pesquisa existentes hoje, os livros didáticos ainda constituem a principal ferramenta utilizada no processo de ensino e aprendizagem. Por este motivo têm suscitado várias pesquisas acadêmicas que contribuem para reflexões mais profundas a respeito da utilização deste material didático.

A influência do livro didático no cenário educacional é abordada por Schnetzler (1981), Apple (1995) e Lajolo (1996). Esses trabalhos revelam o papel de destaque do livro didático no contexto escolar, pois para muitos professores constituem o método mais utilizado para selecionar, preparar e desenvolver o conteúdo em suas aulas. No que se refere aos estudantes, os livros didáticos têm sido utilizados na apresentação, produção e apropriação dos conteúdos, sendo que grande parte do tempo de estudo dos alunos em sala de aula e em casa é gasto com materiais (textos, tabelas, gravuras, diagramas, realces de anotações e exercícios) apresentados por esses livros.

Os professores mantêm uma relação contraditória com os livros didáticos. Para muitos o livro é a aula, ou seja, o planejamento é feito tendo como única referência o livro. Para outros, o livro didático fornece os conhecimentos sem questionamentos, como uma verdade acabada, sendo um empecilho para o desenvolvimento das capacidades dos alunos (MENDONÇA, 2004). Apesar dessas duas vertentes é consensual que os livros didáticos continuam prevalecendo como principal instrumento de trabalho dos professores, porém esses não podem ser “reféns” dessa única fonte, por melhor que seja sua qualidade. Os professores devem utilizar os livros didáticos como aliados no processo de ensino e aprendizagem juntamente com outros materiais paradidáticos como: livros, revistas, suplementos de jornais, CD-ROMs, TVs educativas e de divulgação científica e a rede *web* precisa estar mais presente de modo sistemático na educação escolar (DELIZOICOV *et. al*, 2009).

Os livros didáticos devem estar em função das situações coletivas da sala de aula para propiciarem além da aprendizagem de conteúdos, o desenvolvimento de valores e atitudes, desta forma contribuindo com a formação social dos alunos. A escolha de livros didáticos que

privilegiem esse aspecto auxilia o professor no planejamento de atividades que promovam o ensino crítico-social e favoreçam o diálogo entre os estudantes através da utilização de temas contextualizadores.

Entretanto, os professores escolhem os livros didáticos mais pela sua função como facilitador de tarefas do que pelo seu potencial de produzir aprendizagens, essa escolha limita-se a questões econômicas, práticas e estéticas em detrimento das questões sociais e epistemológicas, desta forma os conteúdos permanecem pouco contextualizados (SAMRSLA *et al.*, 1998; LOGUERCIO *et al.*, 2001).

Segundo Tavares (2009) é um fato muito sério as questões sociais e epistemológicas serem consideradas irrelevantes, raras ou estarem ausentes nos livros didáticos. Os temas químicos sem uma relação social e histórica tornam pouco significativo o saber e acabam causando o desinteresse dos alunos, pois é apresentado como algo bastante distante do seu mundo real.

Em relação aos critérios utilizados pelos professores na escolha dos livros didáticos, Maia *et al.* (2011) realizaram uma pesquisa com 41 professores de Química da rede estadual de ensino das cidades de Ilhéus e Itabuna, Bahia - Brasil, a respeito do que determinou na escolha do livro didático adotado por eles. Os principais critérios de seleção utilizados pelos professores foram: contextualização (11), exercícios (5), proposta inovadora (4), atividades experimentais (3), temas geradores (2), tradição do livro (2) e interdisciplinaridade (2), enquanto outros escolheram o livro através de eleições entre os professores (5) ou outros critérios (7)². Esse estudo constatou que um número considerável de professores utilizou critérios importantes para a seleção do livro didático adotado, porém eles não apresentaram consistência quanto ao conceito das categorias, por exemplo, em relação à contextualização ou ao tipo de atividade experimental proposta pelo livro, que pode ser demonstrativa ou investigativa. Outro dado importante dessa pesquisa é que nenhum docente apontou como critério aspectos gráficos, encadeamento dos conteúdos, linguagem abordada ou obstáculos epistemológicos.

Outra investigação com relação aos critérios dos livros didáticos foi realizada por Megid Neto e Fracalanza (2003), na qual participaram 180 professores de Ciências de escolas públicas do ensino fundamental da região de Campinas, São Paulo - Brasil. Nesta pesquisa os professores indicaram as principais características que devem estar presentes nos livros didáticos:

² Os valores entre parênteses indicam o número de professores.

- Integração ou articulação dos conteúdos e assuntos abordados;
- Textos, ilustrações e atividades diversificadas e que mencionem ou tratem situações do contexto de vida do aluno;
- Informações atualizadas e linguagem adequada ao aluno;
- Estímulo à reflexão, ao questionamento, à criticidade;
- Ilustrações com boa qualidade gráfica, visualmente atraentes, compatíveis com a nossa cultura, contendo legendas e proporções espaciais corretas;
- Atividades experimentais de fácil realização e com material acessível, sem representar riscos físicos ao aluno;
- Isenção de preconceitos socioculturais;
- Manutenção de estreita relação com as diretrizes e propostas curriculares oficiais (p. 148).

Os autores apontam que praticamente todos os critérios e características levantadas pelos professores estão presentes nos documentos de avaliação do livro didático do Ministério da Educação (MEC), integrantes do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Essa constatação mostra que os professores pesquisados tem uma preocupação com aspectos importantes para o ensino de Ciências e que buscam nos livros suporte para aulas diferentes da abordagem tradicional. Entretanto, os autores ressaltam que nem os professores com quem realizaram essa pesquisa e nem os especialistas da equipe do PNLD estabelecem como critério para avaliação dos livros os fundamentos ou bases teórico-metodológicas do ensino de Ciências, pois o tratamento dado aos conteúdos nos livros configura erroneamente o conhecimento científico como um produto acabado, elaborado por mentes privilegiadas, sem interesses político-econômicos e ideológicos, desvinculado do contexto histórico e sociocultural (MEGID NETO e FRACALANZA, 2003).

O estudo de Wartha e Faljoni-Alário (2005) sobre a contextualização do ensino de Química através do livro didático, é justificado por considerarem o livro didático importante por seu aspecto político e cultural, na medida em que reproduz os valores da sociedade em relação à sua visão da Ciência, da História, da interpretação dos fatos e do processo de transmissão do conhecimento, além de serem os norteadores das práticas de muitos docentes. Os resultados dessa pesquisa evidenciam a existência de duas diferentes concepções para o termo contextualização nos livros didáticos: descrição científica de fatos do cotidiano do aluno e estratégia de ensino e aprendizagem. Também constatam que não há utilização de termos que contextualizem o conhecimento químico na perspectiva da discussão de temas sociais, ambientais, tecnológicos, éticos e econômicos, que forneçam informações ao estudante enquanto cidadão (WARTHA e ALÁRIO-FALJONI, 2005).

Uma das ações do governo federal para avaliar a qualidade dos livros didáticos é o PNLD, que tem como objetivo subsidiar o trabalho pedagógico dos professores por meio da

distribuição de livros didáticos aos alunos da educação básica. As obras são aprovadas por uma equipe responsável pela avaliação e no Guia do Livro Didático são publicadas suas resenhas. A escolha dos livros nas escolas é feita através desse guia, com o qual os professores da rede pública selecionam os títulos de sua preferência para serem trabalhados durante um período de três anos (MEC, 2012).

Em específico para a disciplina de Química foram 19 coleções inscritas no processo de avaliação, sendo que apenas 5 obras atenderam a todos os requisitos e foram aprovadas, o que demonstra a alta exigência para a escolha dos livros didáticos. Para a classificação dessas obras foram utilizados critérios comuns a todas as disciplinas e áreas, são eles:

A observância de princípios éticos necessários à construção da cidadania e ao convívio social republicano; a coerência e a adequação da abordagem teórico metodológica assumida pela coleção, no que diz respeito à proposta didático pedagógica explicitada e aos objetivos visados; a correção e a atualização de conceitos, informações e procedimentos; a adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da coleção (MEC, 2011, p. 9).

Também foram considerados critérios comuns à área de Ciências da Natureza e particulares da Química:

- (1) apresenta a Química como ciência que se preocupa com a dimensão ambiental dos problemas contemporâneos, levando em conta não somente situações e conceitos que envolvem as transformações da matéria e os artefatos tecnológicos em si, mas também os processos humanos subjacentes aos modos de produção do mundo do trabalho;
- (2) rompe com a possibilidade de construção de discursos maniqueístas a respeito da Química, calcados em crenças de que essa ciência é permanentemente responsável pelas catástrofes ambientais e pelos fenômenos de poluição, bem como pela artificialidade de produtos, principalmente aqueles relacionados com alimentação e remédios;
- (3) traz uma visão de ciência de natureza humana marcada pelo seu caráter provisório, ressaltando as limitações de cada modelo explicativo e apontando as necessidades de alterá-lo, por meio da exposição das diferentes possibilidades de aplicação e de pontos de vista;
- (4) aborda, no rol dos conhecimentos e das habilidades, noções e conceitos sobre propriedades das substâncias e dos materiais, sua caracterização, aspectos energéticos e dinâmicos, bem como os modelos de constituição da matéria a eles relacionados;
- (5) apresenta o pensamento químico como constituído por uma linguagem marcada por representações e símbolos especificamente significativos para essa ciência e mediados na relação pedagógica;
- (6) procura desenvolver conhecimentos e habilidades para a leitura e a compreensão de fórmulas nas suas diferentes formas, equações químicas, gráficos, esquemas e figuras a partir do conteúdo apresentado;
- (7) não apresenta atividades didáticas que enfatizem exclusivamente aprendizagens mecânicas, com a mera memorização de fórmulas, nomes e regras, de forma descontextualizada;

(8) propõe experimentos adequados à realidade escolar, previamente testados e com periculosidade controlada, ressaltando a necessidade de alerta acerca dos cuidados específicos para cada procedimento;

(9) traz uma visão de experimentação que se afine com uma perspectiva investigativa, que leve os jovens a pensar a ciência como campo de construção de conhecimento permeado por teoria e observação, pensamento e linguagem (MEC, 2011, p. 9-10).

Em relação aos critérios de avaliação específicos para os livros didáticos de Química, é perceptível a preocupação dos avaliadores com a imagem da Química como Ciência em construção, não acabada e marcada pelo caráter provisório. Também ressaltam o importante papel da experimentação no ensino de Química, preocupados com a adequação de atividades experimentais à realidade escolar e ao caráter investigativo. Essas características são evidenciadas por Cachapuz *et al.* (2011) que propõem o desenvolvimento de atividades próximas a uma investigação científica, caracterizada pela formulação de tentativas e hipóteses que auxiliem o estudante na construção do conhecimento voltado para entendimento da realidade e não da formulação de certezas absolutas.

Portanto, acreditamos que todas essas pesquisas acadêmicas e tantas outras que não foram citadas neste trabalho, contribuíram de forma significativa na qualidade dos atuais livros didáticos utilizados no ensino médio e apesar de todas as limitações ainda detectadas, esses constituem a principal ferramenta utilizada pelos professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem. Por esses motivos e considerando a relevância da temática “Alimentos” na formação cidadã dos estudantes e na contextualização da Química, será analisada a abordagem dessa temática em alguns livros didáticos de Química.

3.2 Alimentos e os livros didáticos de Química

A inserção de temáticas no ensino de Química ocorre na tentativa de relacionar o contexto social do aluno com os conhecimentos aprendidos em sala de aula. Segundo Santos e Schnetzler (2003) o currículo básico deve contemplar a abordagem de temas sociais que propiciem o desenvolvimento de atitudes e valores aliados à capacidade de tomada de decisões responsáveis diante de situações reais.

Neste sentido, os alimentos são fonte do conhecimento químico, contemplando vários conteúdos do ensino básico, e a compreensão da sua natureza química contribui para decisões mais conscientes e fundamentadas dos alunos em relação a uma alimentação mais saudável.

Desta forma, é importante que os livros didáticos utilizem essa temática no desenvolvimento dos conteúdos de Química.

3.2.1 Aspectos metodológicos da análise dos livros didáticos

Este trabalho analisou a abordagem da temática “Alimentos” em quatro coleções de livros didáticos de autores nacionalmente conhecidos, três das séries de obras analisadas foram escolhidas por serem as mais utilizadas pelos professores do Rio Grande do Sul (PAZINATO *et al.*, 2011; LOGUERCIO *et al.*, 2001) e a outra é uma das cinco obras aprovadas pelo PNLD e que será distribuída para as escolas em 2012. Dessa forma, a pesquisa foi realizada em doze livros didáticos de Química dirigidos ao ensino médio, sendo que os livros foram analisados em sua totalidade.

Para proceder com a análise nos livros didáticos foram definidos critérios, que estão listados a seguir:

- (1) Presença da temática “Alimentos” nos livros didáticos;
- (2) Conteúdos de Química contemplados pela temática;
- (3) A maneira como ocorre a contextualização;

O primeiro critério foi estabelecido com o objetivo de apontar os livros que abordam pelo menos uma vez a temática “Alimentos” como ferramenta para o ensino de Química. O segundo critério investiga os conteúdos de Química que são contemplados com a temática, através desta análise podemos detectar se os livros utilizam a temática para relacionarem os mesmos conteúdos ou conteúdos diferentes, bem como permite levantar quais os conteúdos mais relacionados com os alimentos. O terceiro critério tem como objetivo discutir a contextualização promovida pelos livros através da temática “Alimentos”, se a temática é utilizada apenas para exemplificação científica de fatos do cotidiano ou se a utilizam como estratégia de formação do aluno, propondo atividades experimentais demonstrativas ou investigativas, textos informativos, questões sociais entre outros.

Na Tabela 12 estão elencados os livros didáticos analisados, suas respectivas informações e códigos de identificação.

Tabela 12 – Livros analisados, suas informações e código de identificação.

Código	Nome do livro	Volume	Autor(es)	Ano
LD1	Completamente Química: Química Geral	1	Martha Reis da Fonseca	2001
LD2	Completamente Química: Físico-química	2	Martha Reis da Fonseca	2001
LD3	Completamente Química: Química Orgânica	3	Martha Reis da Fonseca	2001
LD4	Química na abordagem do cotidiano	1	Francisco Peruzzo e Eduardo do Canto	1998
LD5	Química na abordagem do cotidiano	2	Francisco Peruzzo e Eduardo do Canto	1998
LD6	Química na abordagem do cotidiano	3	Francisco Peruzzo e Eduardo do Canto	1998
LD7	Química	1	Ricardo Feltre	2004
LD8	Química	2	Ricardo Feltre	2004
LD9	Química	2	Ricardo Feltre	2004
LD10	Química cidadã: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais	1	Wildson Santos e Gerson Mól	2010
LD11	Química cidadã: reações químicas, seus aspectos dinâmicos e energéticos; água e energia	2	Wildson Santos e Gerson Mól	2010
LD12	Química cidadã: química orgânica, eletroquímica, radioatividade, energia nuclear e a ética da vida	3	Wildson Santos e Gerson Mól	2010

3.2.2 Resultados e discussões da análise dos livros didáticos

Os critérios definidos permitiram analisar de forma consistente a abordagem da temática “Alimentos” nos doze livros didáticos pesquisados. Assim, com o objetivo de facilitar a compreensão dos resultados obtidos nesta análise, a discussão será categorizada segundo os critérios previamente determinados no item 3.2.1.

3.2.2.1 Presença da temática “Alimentos” nos livros didáticos

Todos os livros didáticos analisados apresentam a temática “Alimentos” na tentativa de contextualizar os conteúdos de Química, o que comprova a importância de utilizar essa temática para ensinar Química.

A abordagem ocorre em diversas unidades ou capítulos dos doze livros analisados de forma bastante variada como figuras, tabelas, leituras introdutórias e complementares, atividades experimentais entre outras. A Figura 28 ilustra alguns exemplos de como a temática “Alimentos” pode ser encontrada em alguns dos livros analisados.

6 COMPOSTOS COM FUNÇÕES MISTAS


São compostos que apresentam duas ou mais funções diferentes (e, portanto, dois ou mais grupos funcionais diferentes). Por exemplo:

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$$

Cetona Alcool Ceto-álcool

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{C} - \text{OH} \\ | \quad \quad \quad \parallel \\ \text{NH}_2 \quad \quad \quad \text{O} \end{array}$$


Amina Ácido Amino-ácido



Nos alimentos, podemos encontrar diversos compostos com funções mistas, como os glicídios, lipídios, aminoácidos, proteínas etc.

LD9

INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA QUÍMICA



LD4

Pratique Química

O efeito amolecedor é bastante utilizado em culinária no preparo de conservas e compotas. Essa forma de preparar alimentos foi desenvolvida originalmente com o objetivo de conservá-los por mais tempo, de modo que estivessem disponíveis para o consumo durante o ano inteiro, e não apenas na época da respectiva colheita.

Quando uma fruta sem casca, como o pêssego, por exemplo, que contém durante muito tempo de açúcar, é colocada em contato com uma solução concentrada de açúcar (a calda), há um movimento osmótico de água e açúcar entre os dois meios numa tentativa de igualar as concentrações. A água movimentada do pêssego para a calda de açúcar e as moléculas de açúcar movimentadas da calda para o interior do pêssego.

A fruta, perdendo água, adquire uma consistência mais firme e incorporando açúcar adquire um sabor mais doce que o da fruta fresca. Essa mudança de concentração faz com que as reações de decomposição demorem mais para ocorrer. A composta de pêssego, acompanhada ou não de creme de leite, é uma das conservas mais tradicionais (e gostosas) da culinária brasileira.

Faça-lha em casa, você vai precisar de:

Reagentes e aparelhagens:

- 1 kg de pêssegos
- 1 kg de açúcar
- 500 ml de água
- vinagre
- panela
- colher de pau
- bacia plástica
- colher ou recipiente de vidro com tampa
- forma de alumínio para o banho-maria

Procedimentos:

Coloque a água em uma panela, junte o açúcar e leve ao fogo. Mexa de vez em quando e deve ferver até formar uma calda grossa (em ponto de pimenta). Respeite.

Prepare uma solução de água com vinagre (a 3 colheres de sopa ou 30 ml, de vinagre para cada litro de água dentro da bacia plástica).


Vá tirando e casca dos pêssegos (com cuidado), em seguida, corte-os pela metade e retire o caroço. Os pêssegos preparados dessa maneira devem ser cozidos imediatamente de molho na água com vinagre para evitar que escureçam, devido à oxidação que ocorre com certos enzimas contidos nos frutos.

Quando todos os pêssegos estiverem despicados, escorra bem a água e arrume os pedaços das frutas em uma comidinha ou em um recipiente de vidro com tampa que tenha sido previamente esterilizado com água fervente.

Acrescente a calda de açúcar aos pêssegos e feche bem o recipiente, que deve ser lavado para cozer em banho-maria por mais 30 minutos.

Para preparar o banho-maria coloque água na forma de alumínio (até 2/3 da capacidade) e leve ao fogo. Coloque o recipiente de vidro que contém os pêssegos dentro da forma. Quando a água começar a ferver, deixe por mais 30 minutos.

Depois que esfriar, guarde na geladeira.



LD2

ATITUDE SUSTENTÁVEL

Como selecionar alimentos com menos resíduo de agrotóxicos



Procure comprar preferencialmente frutas e verduras da época, já que para serem produzidas fora de tempo recebem elevada carga de agrotóxicos.

Retire as folhas externas das verduras, pois geralmente concentram mais agrotóxicos.

Procure descaçar as frutas, uma vez que muitos resíduos dos agrotóxicos concentram-se nas cascas.

Evite legumes e frutas brilhantes: muitos deles são encerados para aumentar a conservação e a aparência, como tomates, morangos, maçãs e peras.

Prefira alimentos de tamanho normal, pois os que possuem tamanhos maiores, em geral, foram produzidos com adição excessiva e uso de reguladores. A boa aparência, muitas vezes, esconde uma grande quantidade de veneno.

Evite alimentos oriundos de regiões muito distantes, visto que para a sua durabilidade recebem grandes doses de conservantes.

Lave as verduras, os legumes e as frutas e mergulhe-as em solução de água (1 litro) e vinagre (4 colheres) por 20 minutos, para retirar algumas substâncias indesejáveis.

Retire a gordura de todas as carnes e também a pele de aves, porque os resíduos de produtos químicos, como agrotóxicos, hormônios e antibióticos, tendem a se concentrar na gordura.

Procure reduzir o consumo dos produtos convencionais que mais recebem doses de agrotóxicos (pêssegos, maçãs, uvas, figos, goiabas, morangos, peras, maçãs, melões, nectarinas e tomates). Tente substituí-los por produtos orgânicos.

LD12

Figura 28 - Diferentes formas da abordagem da temática pelos livros didáticos.

3.2.2.2 Conteúdos de Química contemplados pela temática

A temática “Alimentos” é rica conceitualmente, pois para a compreensão da sua natureza química é necessário o entendimento de vários conceitos científicos. Assim, espera-se que os livros didáticos relacionem os conteúdos com essa temática. O Quadro 8 apresenta os resultados desta análise.

Livro	Conteúdos abordados
LD1	Energia, estrutura da matéria e funções inorgânicas
LD2	Soluções, termoquímica, cinética química e equilíbrio químico
LD3	Funções orgânicas, isomeria, reações orgânicas, bioquímica, petroquímica e polímeros
LD4	Processos de separação de misturas, estrutura atômica, ligações químicas, tabela periódica e funções inorgânicas
LD5	Leis ponderais, soluções, termoquímica, cinética química, hidrólise salina e equilíbrio químico
LD6	Funções orgânicas, isomeria, forças intermoleculares, acidez e basicidade dos compostos orgânicos, reações orgânicas, bioquímica e polímeros
LD7	Funções inorgânicas e cálculo estequiométrico
LD8	Soluções, termoquímica e cinética química
LD9	Funções orgânicas, reações orgânicas e bioquímica
LD10	Estudo dos gases, classificação dos elementos químicos, ligações químicas e unidades
LD11	Soluções, concentração, cinética química, funções inorgânicas (ácidos e bases)
LD12	Funções orgânicas, bioquímica, conservação dos alimentos, polímeros e oxidação de alcoóis.

Quadro 8 – Livros pesquisados e os conteúdos de Química relacionados com a temática.

Através dos resultados desta análise, podemos afirmar que os livros didáticos pesquisados relacionam vários conteúdos de Química com a temática “Alimentos”. Os conteúdos de **funções inorgânicas**, **soluções**, **cinética química**, **funções orgânicas** e **bioquímicas** são os mais abordados, já que são relacionados com a temática por todos os autores. Isso ocorre, porque esses conteúdos podem ser facilmente associados com a temática “Alimentos”.

Os livros didáticos LD1, LD4, LD7 e LD11 utilizam figuras de alimentos, principalmente de frutas, para exemplificar as propriedades dos ácidos e das bases, no caso do LD1 e do LD4 essas figuras estão destacadas na entrada do capítulo de **funções inorgânicas**.

No conteúdo de **soluções** os livros LD2, LD5, LD8 e LD11, correspondentes ao segundo volume das coleções de obras analisadas, utilizam os alimentos para exemplificar misturas homogêneas ou heterogêneas, e ainda alimentos como o leite, a maionese, a gelatina e o iogurte são utilizados para explicar o conceito de colóides. Outros conceitos relacionados ao conteúdo de soluções, como concentração e diluição, também são abordados pelos livros didáticos analisados. O LD5 e o LD11 relacionam concentração com as informações nutricionais dos rótulos dos alimentos e o conceito de diluição é associado com a preparação de sucos naturais pelos livros LD5 e LD8.

Para o conteúdo de **cinética química** todos os segundos volumes utilizam figuras de alimentos para contextualizar os fatores que interferem na velocidade das reações químicas, como temperatura e superfície de contato, sendo que o LD8 utiliza uma figura de alimentos como entrada de capítulo.

Os alimentos são utilizados como estratégia de ensino para o conteúdo de **funções orgânicas** por todos os autores, os constituintes dos alimentos são relacionados com as funções orgânicas presentes em suas estruturas. O LD3, por exemplo, relaciona os princípios ativos de alguns alimentos com suas estruturas químicas e funções orgânicas, propõe na seção “Pratique Química” a receita de uma bala de abacaxi para o ensino da função éster e ainda aborda alguns aditivos alimentares. Os livros didáticos LD5 e LD8 relacionam alguns alimentos com as funções orgânicas dos seus principais constituintes. O LD12 apresenta um capítulo intitulado “Alimentos e funções orgânicas”, sendo o único livro que dedica um capítulo para essa temática. Neste capítulo os alimentos são norteadores do ensino do conteúdo de funções orgânicas e a contextualização ocorre de várias maneiras, utilizando textos, figuras, atividades experimentais entre outras, que serão discutidas neste trabalho na próxima categoria.

A temática “Alimentos” é utilizada para contextualizar o conteúdo de **Bioquímica** por todos os autores pesquisados através de figuras e figuras introdutórias de capítulo. O LD3 ainda apresenta a seção “A Química do consumidor”, em que propõe a análise do rótulo do leite longa vida para abordar as funções bioquímicas: proteínas, carboidratos e lipídeos.

Além desses conteúdos mais relacionados com a temática pelos autores, outros como termoquímica e reações orgânicas também foram bastante abordados. A termoquímica geralmente é relacionada com a energia dos alimentos e as reações químicas como oxidação e

esterificação são as mais associadas com a temática, já que envolvem exemplos práticos como o amadurecimento de frutas e a síntese dos flavorizantes utilizados nos alimentos industrializados.

Apesar dos livros didáticos relacionarem a temática em muitos conteúdos comuns, os resultados desta análise indicam que também apresentam o tema “Alimentos” em conteúdos diferentes. Isso é relevante para o ensino de Química, pois fornece mais subsídios para os professores no preparo de suas aulas e contribui para uma maior relação da Química com o cotidiano. O LD1, no capítulo referente à estrutura atômica, na seção “A Química do consumidor” apresenta o conceito de radiação relacionado com os alimentos, o LD4 utiliza alguns exemplos de separação de misturas de alimentos e o LD10 aborda o conteúdo de ligações químicas com foco nessa temática.

Assim, esta etapa da pesquisa constatou a preocupação dos autores analisados em contextualizar os conteúdos de Química. A seguir, será discutida a contextualização proposta pelos livros didáticos através da temática “Alimentos”.

3.2.2.3 Formas de contextualização

A contextualização é uma ferramenta poderosa no ensino de Química e pode ser utilizada para auxiliar os estudantes na compreensão dos conteúdos curriculares dando significado ao conhecimento. Em nossa pesquisa, foram identificadas duas diferentes formas de contextualização que são utilizadas pelos livros didáticos de Química, porém ambas estão relacionadas com a aproximação dos conteúdos escolares com o cotidiano.

Na primeira maneira, a contextualização simplesmente exemplifica ou descreve cientificamente os fatos do cotidiano. Já na segunda maneira, a contextualização é utilizada como estratégia de formação científica ou pessoal, propondo atividades que favoreçam a aprendizagem química e a formação cidadã. As atividades que se enquadram nessa segunda categoria colocam os estudantes no centro do processo de ensino e aprendizagem, e estão baseadas na abordagem de textos e temas com enfoque sociais.

Os livros didáticos analisados apresentam diversos recursos para contextualizar os conteúdos de Química como, por exemplo, figuras, textos introdutórios ou complementares, atividades experimentais, gráficos, exercícios, seções e capítulos inteiros dedicados à temática

“Alimentos”. Também constatamos que todos os autores analisados contextualizam a Química das duas maneiras descritas a cima, sendo que nos doze livros pesquisados ainda é predominante a contextualização para exemplificar ou descrever os fatos do cotidiano.

Esta maneira mais “simples” de contextualizar os conteúdos de Química utiliza figuras e cita alguns alimentos com o objetivo de aproximar os conteúdos do cotidiano dos alunos. Como a temática “Alimentos” é muito abrangente, estando presente em todos os volumes dos livros analisados e em considerável quantidade, somente algumas abordagens através desta primeira categoria de contextualização serão destacadas. Assim, por exemplo, o LD2 relaciona um figura de frutas maduras com a velocidade das reações, o LD4 aborda os íons encontrados nas frutas através de uma ilustração, o LD7 exemplifica o pH ácido através da foto de um limão, o LD8 relaciona a unidade caloria com a figura de um pastel frito, o LD11 utiliza uma analogia entre a proporção dos ingredientes de uma receita de bolo com os reagentes das reações químicas e o LD12 apresenta uma ilustração da típica comida brasileira “feijão e arroz” para exemplificar uma refeição rica em proteínas. Esses são alguns exemplos, sendo que cada livro apresenta muitos outros, que possuem o mesmo sentido para o ensino de Química. A contextualização através da simples exemplificação ou descrição é a maneira mais fácil encontrada pelos autores de aproximar os conteúdos básicos do dia a dia, por esse motivo é a mais utilizada nos doze livros didáticos. Esse tipo de contextualização é uma estratégia válida para o ensino de Química, pois auxilia na aprendizagem dos estudantes.

Entretanto, a contextualização pode ser utilizada para auxiliar na aprendizagem de maneira mais eficiente do que a simples exemplificação e descrição de conteúdos, através de atividades que proporcionem a participação dos estudantes e/ou abordem questões sociais, ambientais e éticas. Essas atividades fornecem subsídios aos professores para que desenvolvam aulas diferenciadas das tradicionais bem como auxiliam na formação cidadã dos estudantes.

Neste sentido, de acordo com Araújo (2003, p. 61-62) “o ponto de partida de todos os exemplos são temáticas relacionadas à educação em valores, que tentam responder aos problemas sociais, que buscam conectar os conteúdos científicos e culturais com a vida das pessoas”. A temática “Alimentos” proporciona a utilização de diversas atividades que estão de acordo com esta contextualização voltada para a formação científica e cidadã. Alguns dos livros didáticos apresentam essa concepção de contextualização dos conteúdos de Química.

Os livros didáticos LD1, LD2 e LD3 propõem na seção “Pratique Química”, a realização de atividades experimentais demonstrativas como receitas de bolo, maionese, pão, bala de abacaxi e iogurte abordando tópicos importantes como proporção de reagentes,

soluções, ésteres e fermentação. Esses livros utilizam a temática “Alimentos” em outras seções como “Química Industrial” e “História da Química”, nas quais tratam de assuntos de relevância para formação dos alunos, como conservação dos alimentos, composição dos refrigerantes do tipo *cola*, corantes alimentícios entre outros. Além dessas abordagens, o LD2 e o LD3 na seção “Química do consumidor” abordam, respectivamente, a composição química do refrigerante *diet* e os distúrbios alimentares juntamente com a fórmula do Índice de Massa Corpórea (IMC). Dessa forma, proporcionam informações químicas necessárias para o entendimento desses assuntos importantes, que estão relacionados com a saúde dos estudantes.

A série de livros representada por LD4, LD5 e LD6 apresenta algumas propostas de atividades através da temática “Alimentos”. Nesses livros didáticos é comum a seção “Leitura complementar”, que no LD4 relaciona os íons presentes no organismo com suas funções, indicando que uma alimentação não balanceada pode ocasionar falta de sais importantes em nosso organismo e no LD6 aborda a fabricação da margarina e as gorduras *trans*. Na tentativa de tornar a Química mais aplicável ao cotidiano, a seção “Experimento” do LD5, em uma atividade demonstrativa, utiliza como amostra real um alimento cru para abordar a reação de decomposição.

O LD7 não apresenta atividades diferenciadas através da temática “Alimentos”, a contextualização ocorre somente na forma de figuras e exemplos, isso pode ter ocorrido devido à opção do autor em priorizar nesse volume outros temas para o desenvolvimento dos conteúdos da 1ª série do ensino médio, visto que os livros LD8 e LD9 apresentam contextualizações bastantes interessantes relacionadas aos alimentos. No LD8, além da sugestão de atividades práticas envolvendo os alimentos para abordar o conceito de propriedades coligativas, a seção “Leitura complementar” apresenta o texto intitulado *Alimentação e obesidade*, enfocando esse problema social que cada vez atinge mais jovens do Brasil e através de tabelas, aborda dados importantes como as calorias dos alimentos e outras informações nutricionais. O LD9 apresenta três leituras complementares relacionadas à temática e que contextualizam os conteúdos de Química visando à formação social. A primeira é sobre os alimentos orgânicos; a segunda traz uma charge, recurso muito utilizado por este autor, para a abordagem dos antioxidantes nos alimentos e a terceira leitura complementar trata da fome e do desperdício de alimentos, questão importante para ser refletida e debatida pelos estudantes em sala de aula.

Nos livros LD10 e LD12, pertencentes à última coleção analisada, a temática “Alimentos” foi utilizada com um enfoque bastante social em várias seções e capítulos. Já o

LD11, assim como um dos livros da série anterior, apresenta os alimentos mais voltados à mera exemplificação dos conceitos científicos.

O LD10, no capítulo de “Classificação periódica dos elementos químicos”, discute na seção “Tema em foco” a relação entre a Química e a agricultura, através de um texto e uma figura, abordando a importância do desenvolvimento da agricultura na produção de alimentos. Essa seção ainda apresenta questões importantes que podem suscitar debates e reflexões em sala de aula como “Se todo esse desenvolvimento da agricultura não tivesse ocorrido, faltaria alimento para, pelo menos, dois terços da população do mundo (2010, p. 214)”. Também nesse livro, no capítulo de “Ligação iônica, covalente e metálica” a seção “Tema em foco” é intitulada *Produção de alimentos e ambiente: faces da mesma moeda*, e aborda assuntos importantes, como agrotóxicos e transgênicos, que necessitam do conhecimento químico para que os alunos possam ter uma opinião fundamentada. Outro assunto abordado é a agricultura sustentável e são discutidos tópicos como a agricultura orgânica familiar e produtos orgânicos, diferenciando-os de substância orgânica. O LD10 também apresenta na seção “Atitude sustentável” o texto informativo *Como selecionar alimentos com menos resíduos agrotóxicos* e na seção “Tema em foco” aborda o desperdício de alimentos.

Dentre os livros didáticos analisados, o LD12 é o mais completo em relação à temática “Alimentos”, pois contempla várias seções, atividades de pesquisa e atividades experimentais, sendo o único que apresenta um capítulo inteiro dedicado a esse tema. No capítulo “Alimentos e funções orgânicas” os conteúdos químicos são desenvolvidos através de uma relação concreta com os alimentos, ou seja, a abordagem temática é o ponto de partida para o desenvolvimento de assuntos como carboidratos, proteínas, lipídeos e vitaminas. Esse capítulo utiliza outros recursos através da temática como, por exemplo, o título da seção “Tema em foco” é *Alimentos*, na qual são abordadas as mudanças que vem ocorrendo na alimentação da população desde 1950 até os dias atuais. Apresenta também a pirâmide dos alimentos, alertando para a importância de uma alimentação saudável e frases como “Comer bem: um dos segredos da longevidade”. Esse tipo de abordagem é interessante de ser realizada com jovens do ensino médio, pois geralmente nessa faixa etária dão mais importância aos alimentos saborosos do que aos saudáveis.

Ainda nesse mesmo capítulo, são apresentadas várias seções e atividades que evidenciam o papel “instrumental” da Química e da temática no cotidiano dos alunos. No tópico “A aparência dos alimentos” é tratada a relevância da escolha dos alimentos para uma boa alimentação e um quadro é utilizado para ilustrar as diferentes cores dos alimentos e sua importância para a saúde. Na seção “Atitude sustentável” é fornecida informações sobre como

comprar e preparar alimentos mais saudáveis. Nas atividades propostas, há uma mudança no papel do aluno, que passa a ser o sujeito da construção do próprio conhecimento. Uma das atividades “Pense, debata e entenda” propõe que os alunos conversem com uma pessoa idosa e pesquise sobre como era seus hábitos alimentares quando criança ou jovem e compare com os hábitos atuais. Nessa atividade são abordados assuntos como: alimentos industrializados, a consideração dos alimentos como “mercadoria”, a desigualdade no acesso aos alimentos entre outros. Na outra atividade proposta “Ação e cidadania” os alunos devem pesquisar sobre os alimentos industrializados, o valor nutritivo dos alimentos vendidos na cantina da escola, os hábitos alimentares das pessoas da sua comunidade e elaborar um manual do consumidor.

Outro tópico de destaque do LD12 é “A Química da conservação dos alimentos”, em que são explicados alguns dos principais métodos de conservação de alimentos como: embalagens, imersão em óleos ou gorduras, congelamento, defumação, desidratação, pasteurização entre outros. Como propostas para o ensino de Química, os autores propõem através da temática uma atividade prática sobre a velocidade das reações nos alimentos e exercícios voltados a Química dos alimentos.

Após essa análise, fica evidente que a última série de livros didáticos contextualiza a Química de uma maneira mais consistente, utilizando diversas estratégias e abordando assuntos de importância social. Essa constatação indica que a série aprovada pelo PNLD 2012 e que será referência para os professores do ensino médio, poderá contribuir para um ensino de Química mais aplicado e contextualizado.

Os outros livros analisados foram os mais utilizados pelos professores do Rio Grande do Sul até o fim do ano de 2011, o que justificou a sua análise neste trabalho. Atualmente, esses livros possuem edições mais atualizadas, sendo que os livros de dois dos autores analisados também foram aprovados pelo PNLD 2012.

Enfim, através dessa pesquisa constatamos que os autores analisados utilizam a temática “Alimentos” como uma ferramenta para contextualizar os conteúdos de Química em seus livros didáticos. Essa abordagem ocorre de várias maneiras através de seções diferentes como “A Química do consumidor”, “Tema em foco”, “Leitura complementar”, “História da Química”, “Experimentação” entre outras, fornecendo subsídios para os professores prepararem aulas diferenciadas por meio dessa temática.

CAPÍTULO 4 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

A pesquisa desenvolvida nesta dissertação é de abordagem predominantemente qualitativa. Lüdke e André (1986) apresentam algumas características da pesquisa qualitativa:

- A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento...
- Os dados coletados são predominantemente descritivos...
- A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto...
- A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo... (LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p.11).

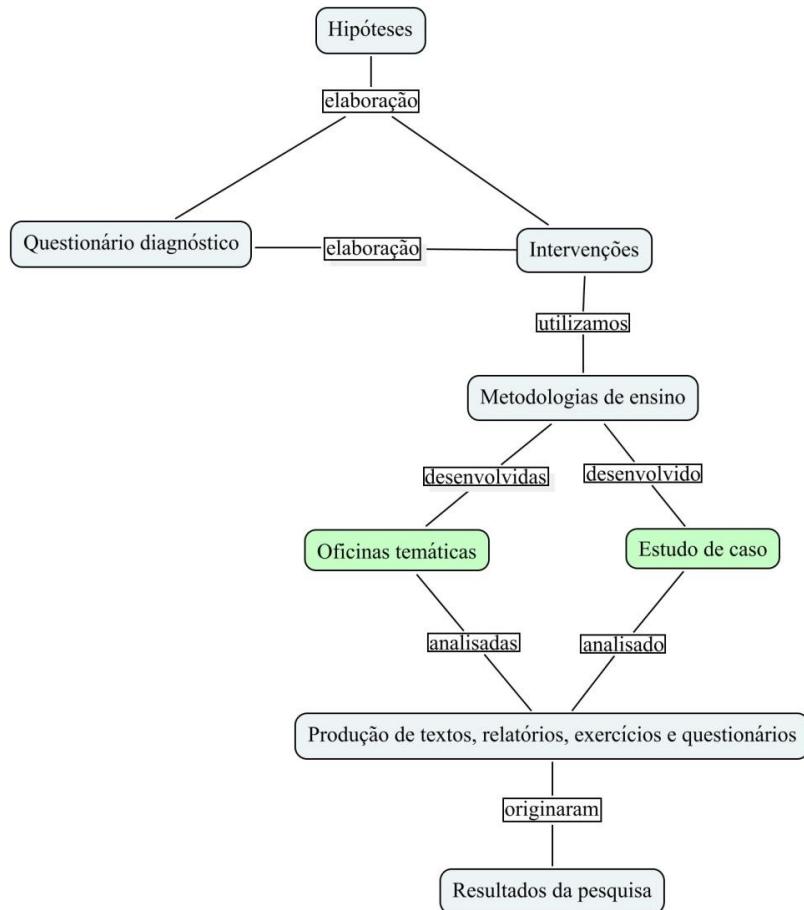
Neste tipo de investigação é valorizada a subjetividade dos sujeitos da pesquisa, através da observação e do material obtido durante a realização das intervenções e o pesquisador não é considerado neutro, pois suas crenças e valores influenciam na obtenção e análise dos dados. De acordo com Günther (2006), a pesquisa qualitativa tem como características a grande flexibilidade e adaptabilidade, pois não utiliza instrumentos e procedimentos padronizados, considera cada problema objeto de uma pesquisa específica para a qual são necessários instrumentos e procedimentos específicos. Sendo assim, os passos dessa pesquisa são: delineamento, coleta de dados, transcrição e preparação dos mesmos para sua análise específica.

Desta maneira, esta pesquisa foi aplicada em uma escola da rede estadual de ensino da cidade de Santa Maria, RS - Brasil e os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram questionários, exercícios, relatórios e produção de textos, além das observações e anotações do pesquisador. Para a análise dos resultados foram criadas categorias específicas que serão discutidas no capítulo 5.

No início desta pesquisa levantamos duas hipóteses que nortearam a elaboração das intervenções aplicadas na escola:

- 1) A abordagem tradicional da Química não tem suscitado interesse por parte dos alunos em seu estudo e desta forma não está correspondendo às expectativas de auxiliá-los na compreensão de assuntos do seu cotidiano;
- 2) A contextualização dos conteúdos de Química através da temática “Alimentos” aliada a atividades baseadas no protagonismo dos alunos pode ser uma alternativa bem sucedida para o ensino dos conteúdos científicos e sua instrumentalização para o entendimento da realidade.

A partir dessas hipóteses e das intervenções realizadas na escola, esta pesquisa investigou como a temática “Alimentos” contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de Química e no desenvolvimento cidadão dos alunos. As etapas desta pesquisa estão representadas no mapa conceitual do esquema 13.



Esquema 13 - Etapas da pesquisa.

As intervenções aplicadas na escola foram elaboradas a partir das hipóteses iniciais e do questionário diagnóstico aplicados aos sujeitos da pesquisa. Este questionário foi aplicado na primeira intervenção e teve por objetivo conhecer os alunos, suas perspectivas para o futuro e seus conhecimentos em relação à Química. A partir da caracterização da turma foram desenvolvidas intervenções que consideraram as opiniões dos estudantes e basearam-se em duas metodologias de ensino: oficinas temáticas e a aplicação de um estudo de caso. Durante

a aplicação deste projeto, foram utilizados vários instrumentos que permitiram analisar e discutir os resultados desta pesquisa.

4.1 Contexto da pesquisa

Os sujeitos desta pesquisa pertenciam à terceira série do ensino médio de uma escola estadual do município de Santa Maria, RS - Brasil. No ano de 2011, essa escola contava com um quadro de 52 professores, 15 funcionários e 580 alunos distribuídos em turmas do ensino fundamental, médio e Educação de Jovens e Adultos (EJA). A escola disponibilizava aos alunos biblioteca, laboratório de Informática e Ciências.

A professora da turma tinha formação em Química-Licenciatura Plena, suas aulas eram teóricas e baseadas nos livros didáticos dos autores Ricardo Feltre e Martha Reis. O laboratório de Ciências da escola estava sendo reativado pelos bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID-UFSM) e a sua não utilização pela professora de Química era justificada pela falta de um funcionário que auxiliasse na organização das aulas práticas.

A turma que foi convidada a participar da pesquisa era a única turma da terceira série do ensino médio da escola e era constituída por trinta e dois estudantes, sendo 19 do sexo feminino e 13 do sexo masculino, conforme o Gráfico 3.

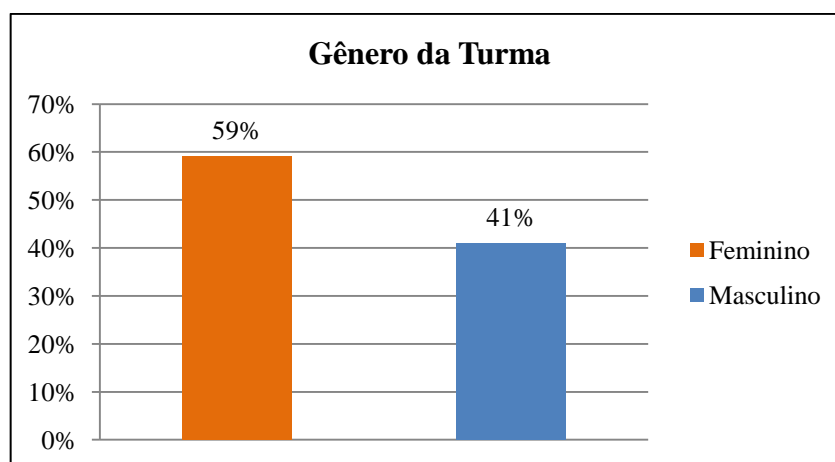


Gráfico 3 - Gênero da turma em dados percentuais.

A faixa etária da turma era bastante homogênea, sendo 26 alunos com 17 anos e 6 alunos com 18 anos. A porcentagem desses dados está representada no Gráfico 4.

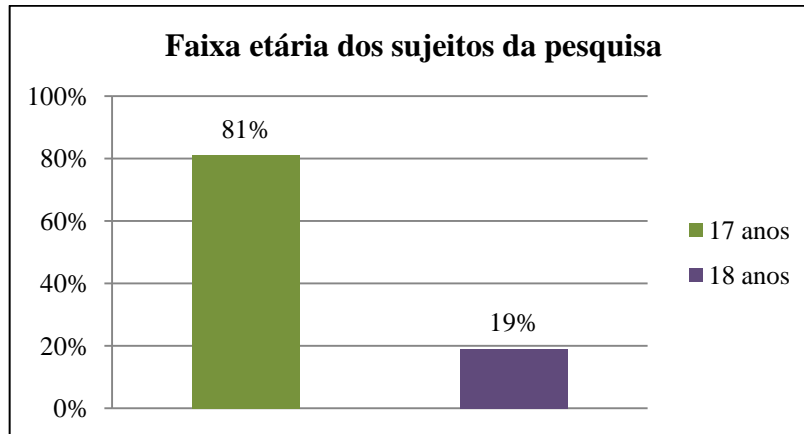


Gráfico 4 – Faixa etária dos sujeitos da pesquisa em dados percentuais.

4.2 Instrumentos para a coleta de dados

De acordo com Lüdke e André (1986) a diversidade de instrumentos para a coleta de dados em uma pesquisa possibilita uma análise mais adequada. Nesse sentido, os dados desta investigação foram obtidos através de questionários, exercícios, relatórios e produções textuais, além de observações e anotações do pesquisador.

Segundo Severino (2007) o questionário é um:

Conjunto de questões, sistematicamente articuladas, que se destinam a levantar informações escritas por parte dos sujeitos pesquisados, com vistas a conhecer a opinião dos mesmos sobre os assuntos em estudo. As questões devem ser pertinentes ao objeto e claramente formuladas, de modo a serem bem compreendidas pelos sujeitos (SEVERINO, 2007, p. 125).

Todos os questionários utilizados nesta pesquisa foram previamente testados (pré-teste) com os colegas do grupo LAEQUI antes de serem aplicados, o que nos permitiu fazer correções quando necessário.

Os outros instrumentos utilizados foram escolhidos devido à necessidade de coletar informações que não eram obtidas através dos questionários. Em muitas atividades os alunos

responderam a exercícios de Química, com o objetivo de levantar as dificuldades dos estudantes em determinados conteúdos. Como instrumento para a coleta de dados das atividades experimentais, foi proposto aos participantes da pesquisa que produzissem relatórios, o que permitiu analisar a capacidade de organização e sistematização das ideias, características importantes para o trabalho em laboratório. A produção de textos foi um instrumento utilizado em muitas atividades e inclusive no término das intervenções, para avaliar as ideias e a linguagem química adquirida pelos estudantes. Além desses instrumentos, as observações e anotações do pesquisador durante a aplicação das intervenções foram consideradas, o que proporcionou uma análise mais consistente dos dados obtidos. Essas observações estão relacionadas com o envolvimento dos sujeitos nas atividades propostas, analisando seus diálogos e atitudes, fatores que enriquecem os dados desta pesquisa.

4.3 Desenvolvimento das intervenções

Os temas sociais objetivam a contextualização do conteúdo, explicitam o papel social da Química, as suas aplicações e implicações, demonstrando como o cidadão pode aplicar o conhecimento em sua vida (SANTOS e SCHNETZLER, 2003). Desta forma, as intervenções deste trabalho foram elaboradas por intermédio da relação da Química com a temática “Alimentos”.

As metodologias de ensino utilizadas foram: oficina temática e estudo de caso. Essas proposições metodológicas têm como característica colocar o sujeito ativo na construção do seu conhecimento, utilizando problemáticas relevantes que despertam o interesse pelo estudo da Química.

As intervenções correspondem a cada dia em que foi aplicada alguma atividade na escola, portanto podem ser aulas com 1 período (1 hora/aula) ou com dois períodos (2 horas/aula). As atividades desenvolvidas durante as intervenções foram aplicadas nos meses de outubro e novembro do ano de dois mil e onze, nos períodos correspondentes as aulas de Química.

Na Tabela 13 estão elencadas as intervenções, metodologias de ensino aplicadas e sucintamente descritas as atividades desenvolvidas e o tempo utilizado.

Metodologia de ensino	Intervenção	Atividades desenvolvidas	Hora/aula
Apresentação da proposta	1	- Aplicação do questionário diagnóstico - Apresentação do vídeo do Ano Internacional da Química	1 h/a
Oficina temática: Composição química dos alimentos	2	1º Momento Pedagógico: - Exercícios “Identificando grupos funcionais nos alimentos” 2º Momento Pedagógico: - Desenvolvimento dos conteúdos grupos funcionais e funções orgânicas	2 h/a
	3	3º Momento Pedagógico: - Exercícios “Composição química dos alimentos”	1 h/a
	4	- Atividade experimental “Identificando os nutrientes dos alimentos”	2 h/a
Oficina temática: Alimentos, o combustível da vida	5	1º Momento Pedagógico: - Problematização através de questões 2º Momento Pedagógico: - Desenvolvimento dos conteúdos: energia, unidades do SI e tabelas de calorias dos alimentos etc.	2 h/a
	6	3º Momento Pedagógico: - Construção da Pirâmide dos alimentos e cálculo das quantidades calóricas das refeições dos alunos do dia anterior	2 h/a
	7	- Atividade experimental “Construção de um calorímetro de água para quantificar a energia dos alimentos	1 h/a
Estudo de caso	8	- Aplicação do estudo de caso - Pesquisa em diferentes fontes	2 h/a
	9	- Apresentação e discussão das possíveis soluções para o caso	2 h/a
Encerramento	10	- Produção de texto	1 h/a

Tabela 13 - Descrição das intervenções.

A seguir, é apresentado de forma mais detalhada o desenvolvimento de cada uma das atividades que foram aplicadas com os sujeitos desta pesquisa.

4.3.1 Apresentação da proposta

Inicialmente, a fim de conhecer as características e concepções dos sujeitos desta pesquisa aplicamos um questionário diagnóstico (Apêndice 1). As respostas desse questionário foram consideradas, juntamente com as hipóteses desta pesquisa, para a elaboração das próximas atividades desenvolvidas.

Após o questionário diagnóstico, foi apresentada a proposta desta pesquisa e os alunos assistiram ao vídeo comemorativo do Ano Internacional da Química. A apresentação da proposta teve duração de 1 hora/aula.

4.3.2 Oficina temática: Composição química dos alimentos

Esta oficina temática foi planejada com base nas orientações propostas por Marcondes (2007, 2008) e estruturada nos momentos pedagógicos (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990). O objetivo da oficina foi relacionar os conteúdos de funções orgânicas e bioquímica com a temática proposta, a fim de fazer com que os alunos compreendessem a composição química dos alimentos.

1º Momento Pedagógico – Problematização Inicial

Neste momento, primeiramente, foi solicitado aos estudantes que respondessem as questões abaixo, expressando individualmente suas opiniões.

- O que você sabe sobre os alimentos? Por que nos alimentamos?
- Você tem uma alimentação saudável?
- Em sua opinião, do que os alimentos são constituídos?

Em seguida, essas questões foram discutidas em aula, com a participação de todos os estudantes, a fim de realizar um levantamento das suas concepções.

Após a discussão, os estudantes responderam a um exercício de identificação de funções orgânicas nas estruturas químicas de alguns alimentos (Apêndice 2). O objetivo desse exercício era detectar as dificuldades dos alunos em relação a esse conteúdo.

Neste momento “deseja-se aguçar explicações contraditórias e localizar as possíveis limitações e lacunas do conhecimento...” (DELIZOICOV *et al.*, 2009, p. 201), desta maneira o estudante sentiu a necessidade da aquisição de novos conhecimentos.

2º Momento Pedagógico – Organização do conhecimento

O pesquisador distribuiu um guia (Apêndice 3) para os estudantes. Este material foi elaborado com o objetivo de auxiliar na sistematização do conhecimento, pois deveria ser preenchido conforme o desenvolvimento dos tópicos. Neste momento foram abordados os seguintes conteúdos:

- Nutrientes (macronutrientes e micronutrientes);
- Funções bioquímicas;
- Funções orgânicas;

Para o desenvolvimento desta parte da oficina foi utilizado o projetor multimídia e o quadro de giz.

3º Momento Pedagógico – Aplicação do conhecimento

A aplicação do conhecimento ocorreu em duas etapas. Na primeira etapa os estudantes responderam a um exercício (Apêndice 4) semelhante ao aplicado anteriormente (no 1º momento pedagógico). Neste segundo exercício, além de identificarem as funções orgânicas nas estruturas dos alimentos, os alunos foram questionados quanto à classificação dos mesmos em macronutriente ou micronutriente e as funções bioquímicas a qual pertenciam. Na segunda etapa da aplicação do conhecimento foi proposta aos alunos uma atividade experimental de caráter investigativo.


De acordo com Pozo (1998) a investigação no ensino coloca o aluno em situações de realizar pequenas pesquisas, combinando simultaneamente conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. A fim de proporcionar aos estudantes um ambiente de investigação foi desenvolvida a atividade experimental “Identificando os nutrientes dos alimentos”.

Esta atividade experimental foi realizada no laboratório de Ciências da escola e a turma foi dividida em cinco grupos. Cada grupo recebeu um “kit” que continha um frasco de cada uma das seguintes soluções: Benedict, Lugol e Biureto, além de um suporte com vários tubos de ensaio, e no centro do laboratório foi organizada uma mesa com vários alimentos que foram utilizados como amostras reais, conforme Figura 29.



Figura 29 - Materiais e reagentes utilizados na atividade experimental.

Para a realização da atividade experimental, os estudantes receberam algumas informações que estão no Quadro 9.



Identificando os nutrientes dos alimentos: Atividade experimental

→ Para a identificação de Carboidratos, Proteínas e Lipídeos nos alimentos, você irá precisar de alguns reagentes específicos, que são utilizados para caracterizar cada um desses nutrientes.

Identificação dos carboidratos:
Os açúcares redutores são identificados utilizando o reagente de Benedict, condições: aquecimento
O amido é caracterizado pelo reagente “Lugol”.

Identificação das Proteínas:
São identificadas pelo reagente conhecido como Biureto.

Identificação dos Lipídeos:
Para a identificação dos lipídeos utilizaremos nosso conhecimento sobre solubilidade, utilizando uma folha de papel.

Quadro 9 - Informações necessárias para a realização da atividade experimental investigativa.

Estas informações foram fornecidas com o intuito de orientar os estudantes na execução do experimento, de acordo com Ferreira *et al.* (2010):

É importante mencionar que nenhuma investigação parte do zero, ou seja, necessitam de conhecimentos que orientem a observação. Em uma proposta de atividade investigativa, faz-se necessário a explicação dos conhecimentos prévios disponíveis sobre a atividade, sem os quais se torna impossível a sua realização (FERREIRA *et al.*, 2010, p. 102).

As informações fornecidas não tiraram o caráter investigativo da atividade experimental, pois os estudantes não sabiam quais nutrientes poderiam estar presentes nos alimentos e tiveram que estabelecer critérios para a sua identificação, como cor padrão e solubilidade em água. O objetivo da atividade experimental foi fazer com que os estudantes comparassem os dados obtidos, formulassem hipóteses e chegassem a conclusões. No término dessa atividade foi solicitado aos estudantes que produzissem um texto comentando suas conclusões.

O desenvolvimento da oficina temática “Composição química dos alimentos” teve duração de cinco horas/aula, totalizando três intervenções. O primeiro e segundo momentos pedagógicos duraram duas horas/aula e o terceiro durou três horas/aula.

4.3.3 Oficina temática: Alimentos, o combustível da vida

O planejamento desta oficina foi baseado nos mesmos fundamentos da oficina anterior e teve por objetivo contextualizar o conteúdo de energia por intermédio da temática “Alimentos”, utilizando recursos como os guias alimentares da população brasileira e tabelas de calorias dos alimentos, para debater com os estudantes a importância de uma alimentação saudável.

1º Momento Pedagógico – Problematização Inicial

De acordo com Marcondes *et al.* (2007) o trabalho em uma oficina temática inicia com a explicitação das ideias prévias dos alunos sobre o tema gerador, ao convidá-los a manifestar seus conhecimentos procura-se criar as condições para o desencadeamento de uma

aprendizagem significativa. Com esse propósito, foram feitas as seguintes questões aos estudantes:

- Por que devemos nos alimentar?
- A nossa vida é mantida por muitas reações químicas, de onde nosso organismo tira os reagentes?
- O homem e a mulher necessitam de 2700 e 2000 Kcalorias, respectivamente, e o que acontece se ingerirem mais que esses valores?
- Quantas calorias são consumidas quando comemos uma maçã? Ou pão? Ou um prato de feijão?...
- Você sabe quanto tempo de atividade física é necessário para gastar a energia absorvida no consumo de uma maçã? Ou pão? Ou um prato de feijão?...
- Você sabe os gastos calóricos em diferentes atividades do dia a dia?

2º Momento Pedagógico – Organização do conhecimento

Neste momento, foram explorados os seguintes tópicos através da relação com a temática “Alimentos”:

- Energia;
- Unidades do SI;
- Processo de obtenção de energia a partir dos alimentos;
- A quantificação da energia das reações químicas (calorímetro);
- Energia dos alimentos e das atividades físicas;
- Guias alimentares: Pirâmide dos alimentos e roda alimentar.

Para auxiliar os estudantes na organização do conhecimento, foi elaborado um guia deste momento pedagógico (Apêndice 5). Nesta etapa da oficina foi utilizado o projetor multimídia e o quadro de giz.

3º Momento Pedagógico – Aplicação do conhecimento

Neste momento, com o intuito de aplicar os conhecimentos adquiridos pelos alunos na análise e interpretação das situações iniciais que determinaram o estudo (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990), foi proposto aos sujeitos da pesquisa que construíssem a sua própria pirâmide dos Alimentos e determinassem a quantidade de energia, em calorias, ingeridas nas refeições do dia anterior. No fim desta atividade, os estudantes entregaram a sua pirâmide e os

cálculos da energia consumida no dia anterior para que pudéssemos fazer cópias, na aula seguinte esses materiais foram devolvidos.

O uso de experimentos é considerado essencial no processo de ensino e aprendizagem por despertar interesse nos alunos do ensino médio, pois não existe nada mais fascinante no aprendizado da Química do que vê-la aplicada, e diferentemente do que muitos professores pensam, não é necessária a utilização de sofisticados laboratórios, como também não são necessárias grandes verbas para a montagem de experimentos didáticos (MARCONDES *et al.*, 2007). Portanto, ainda neste momento foi desenvolvida no laboratório de Ciências da escola uma atividade experimental.

A atividade experimental teve por objetivo determinar quantitativamente a energia liberada por uma noz, para isso foi construído um calorímetro de água com o auxílio dos estudantes (PAZINATO *et al.*, 2010). Na Figura 30 estão ilustradas as etapas dessa atividade experimental: o calorímetro de água montado (30a), a queima da noz (30b) e a proteção do sistema com a lata (30c) para evitar maiores perdas energéticas para o ambiente.



30a



30b



30c

Figura 30 - Etapas da atividade experimental.

Antes da realização da atividade experimental foi solicitado aos estudantes que fizessem anotações e observações para a elaboração de um relatório que deveria ser entregue na próxima aula. O relatório deveria ser feito individualmente e conter os seguintes itens: título, objetivos do experimento, materiais e reagentes utilizados, procedimento experimental, resultados, análise dos resultados e conclusões.

A oficina temática “Alimentos, o combustível da vida” teve duração de 5 horas/aula, correspondente a três intervenções. Para o desenvolvimento do primeiro momento pedagógico foi utilizado duas horas/aula e os segundo e terceiro momentos duraram três horas/aulas.

4.3.4 Estudo de caso: A saúde de Maria Eduarda

O estudo de caso “A saúde de Maria Eduarda” foi elaborado pelos pesquisadores deste trabalho com o objetivo de estimular os estudantes na resolução de problemas e na tomada de decisões conscientes, fundamentadas nos conhecimentos científicos adquiridos nas oficinas anteriores. Para a aplicação do estudo de caso foram necessárias duas intervenções.

Durante a primeira intervenção a turma foi dividida em quatro grupos, organizados pela afinidade dos alunos. Após a formação dos grupos o caso “A saúde de Maria Eduarda” foi distribuído para cada estudante. Em um segundo momento, foi explicado aos estudantes o objetivo do estudo de caso e que para poder resolvê-lo seria necessário a realização de uma pesquisa bibliográfica. A fim de auxiliar os estudantes nesta etapa, foram fornecidas informações sobre algumas fontes de pesquisa, tais como: livros, textos de divulgação científica, revistas científicas e materiais eletrônicos. Os livros utilizados na pesquisa dos alunos foram disponibilizados pela biblioteca da escola, os textos de divulgação científica e os artigos científicos foram viabilizados pelo pesquisador e a pesquisa eletrônica foi realizada no laboratório de informática da escola. O tempo disponibilizado pela escola para as aulas de Química não permitiu que os estudantes realizassem toda a pesquisa em horário de aula, sendo essa concluída em horários do turno inverso, para isso foi disponibilizado a cada grupo cópias dos textos de divulgação científica e dos artigos científicos.

Os grupos tiveram o período de uma semana para pesquisarem e organizarem as suas propostas de “solução” para o caso “A saúde de Maria Eduarda”. Na segunda intervenção, dois estudantes de cada grupo apresentaram para o restante da turma os resultados de sua pesquisa, bem como cada grupo entregou por escrito a solução do caso.

No Quadro 10 está descrito o caso “A saúde de Maria Eduarda”. De acordo com a classificação de Herreid (1998) esse caso é considerado como um “bom” estudo de caso, pois apresenta as seguintes características: o assunto é relevante e atual, desperta o interesse, produz empatia com os personagens centrais, inclui citações, provoca conflitos e é curto.

A saúde de Maria Eduarda

Maria Eduarda é estudante da 3ª série do Ensino Médio de uma escola da cidade de Santa Maria-RS e durante os últimos três meses estava sentindo tonturas, cansaço, fortes dores de cabeça e dificuldade de enxergar em ambientes com pouca luminosidade. O motivo desses sintomas é um mistério para Maria Eduarda e estão lhe prejudicando em seus estudos, sendo que no fim do ano prestará vestibular para o curso de Direito da UFSM. Buscando soluções para o seu problema, Maria Eduarda procurou seu médico:

- Bom dia Dr. Pedro!
- Como está Maria Eduarda?
- Não muito bem doutor, nos últimos tempos tenho sentido tonturas, cansaço, dores de cabeça e minha visão não está muito boa.
- Como está sua alimentação? Tem feito exercícios físicos?
- Doutor, devido a correria do dia a dia tenho deixado de lado os exercícios e faço muitas refeições na rua, como hambúrguer, pastel, cachorro-quente e pizza quase todos os dias.
- Então, antes de tomar qualquer providência vou pedir alguns exames de rotina para você.

Em casa, após chegar do Laboratório de análises e ao abrir o resultado do exame de sangue solicitado pelo Dr. Pedro, Maria Eduarda observou alguns valores:

<p>Glicose: 110 mg/dL Colesterol Total: 220 mg/dL Colesterol LDL: 150 mg/dL Colesterol HDL: 70 mg/dL Triglicerídeos: 190 mg/dL</p>
--

Curiosa sobre o que indicavam resolveu falar com seus amigos, que estudaram no ano passado em sua escola, e hoje cursam Química na UFSM:

The screenshot shows a Facebook interface. At the top, there's a search bar and a 'Página Inicial' dropdown. Below that, the profile of Maria Eduarda is visible. On the left sidebar, there are sections for 'FAVORITOS' (Feed de notícias, Mensagens, Eventos), 'APLICATIVOS' (Perguntas, Meu Calendário - Aniv..., Fotos, My Super Fans), 'LISTAS' (Melhores amigos, Família, UFSM, Santa Maria), and 'GRUPOS' (Amigos). The main content area shows a conversation:

- Renato Souza:** Oi Duda! Como está? Eu, a Lu e o Luis estamos com saudades tuas e do pessoal da escola.
- Maria Eduarda:** Oi Renato, também estou com saudade de vocês e como vocês cursam Química na Federal, gostaria que me ajudassem a interpretar o meu exame de sangue, pode ser?
- Renato Souza:** Claro que te ajudamos, posso falar com outros colegas nossos que fazem mestrado na Bioquímica para nos auxiliar! Mas você está sentindo alguma coisa?
- Maria Eduarda:** Na verdade estou, nas últimas semanas tenho estado muito cansada, com dores de cabeça e visão fraca em alguns momentos. E o meu exame de sangue deu... *(e a conversa continua)*

Vocês são os amigos da Maria Eduarda e terão a missão de ajudá-la a esclarecer seus sintomas e decifrar os resultados de seu exame de sangue. Que medidas o Dr. Pedro deverá tomar para resolver os problemas de Maria Eduarda e auxiliar na sua saúde sem a necessidade da utilização de medicamentos?

Quadro 10 - Estudo de caso: A saúde de Maria Eduarda.

A aplicação do estudo de caso “A saúde de Maria Eduarda” teve duração de 4 horas/aula, correspondente a duas intervenções.

4.3.5 Encerramento

Após o desenvolvimento das metodologias de ensino utilizadas para relacionar a Química com a temática “Alimentos” foi solicitado aos estudantes que produzissem um texto (Apêndice 6), no qual deveriam utilizar as seguintes palavras: alimento(s), Química, energia, macronutrientes, micronutrientes e saúde. Essa estratégia foi baseada em uma atividade proposta por Cachapuz *et al.* (2011) que tem por objetivo retomar as questões iniciais, detectar os avanços e as possíveis confusões que ainda persistem em relação as ideias introduzidas nos alunos.

Os textos produzidos pelos alunos encerraram uma série de atividades desenvolvidas durante aproximadamente dois meses de intervenções, tempo de aplicação desta pesquisa. Nesta ocasião, o pesquisador agradeceu a acolhida dos alunos e da escola e comentou da importância dos mesmos para esta pesquisa. Essa intervenção de encerramento teve duração de uma hora/aula.

4.4 Análise dos dados

Durante a aplicação da pesquisa foram utilizados vários instrumentos como questionários, exercícios, relatórios e produções textuais para a coleta dos dados. Essa diversidade de instrumentos utilizados prioriza detectar aspectos descritivos, caracterizando uma pesquisa qualitativa e serão analisados através da análise textual discursiva.

Segundo Moraes (2003), as pesquisas qualitativas têm cada vez mais se utilizado de análises textuais, pois esse tipo de investigação visa aprofundar a compreensão dos fenômenos a partir de uma análise rigorosa e criteriosa dos dados obtidos. A análise textual discursiva pode ser entendida como um processo auto-organizado de produção de novas compreensões em relação aos fenômenos que examina.

Os dados obtidos durante as intervenções são de natureza complexa, pois derivam de diferentes tipos de instrumentos. Com o propósito de realizar uma análise textual discursiva desses dados nos baseamos nas etapas propostas por Moraes (2003), sendo a primeira etapa:

Desmontagem dos textos: também denominado de processo de unitarização, implica examinar os materiais em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados (p. 191).

Essa etapa pode ser concretizada em três momentos distintos: fragmentação dos textos e codificação de cada unidades (unidade de registro), reescrita das unidades de modo que assumam um significado mais completo e atribuição de um nome ou título para cada unidade assim produzida. Durante a fragmentação do texto realizada nessa etapa, perde-se parte da informação do material analisado, sendo a leitura uma perspectiva do pesquisador. Essa perda de informações é justificada pelo aprofundamento em compreensão que a análise possibilita (MORAES, 1999).

A segunda e a terceira etapas da análise textual discursiva:

Estabelecimento de relações: processo denominado de categorização, implicando construir relações entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as no sentido de compreender como esses elementos unitários podem ser reunidos na formação de conjuntos mais complexos, as categorias.

Captando o novo emergente: a intensa impregnação nos materiais da análise desencadeada pelos dois estágios anteriores possibilita a emergência de uma compreensão renovada do todo. O investimento na comunicação dessa nova compreensão, assim como de sua crítica e validação, constituem o último elemento do ciclo de análise proposto. O metatexto resultante desse processo representa um esforço em explicitar a compreensão que se apresenta como produto de uma nova combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores (MORAES, 2003, p. 191).

Desta forma, seguimos essas etapas para a análise dos dados obtidos nesta pesquisa e construímos categorias para cada estratégia de ensino desenvolvida com os estudantes, que serão analisadas e discutidas no capítulo 5. Com o objetivo de facilitar a compreensão, sempre que julgarmos necessário, utilizaremos gráficos para a análise dos resultados. Conforme André (2000), os dados numéricos não descaracterizam uma pesquisa qualitativa, pois os números são utilizados apenas para explicitar a dimensão qualitativa.

CAPÍTULO 5 – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados obtidos durante as intervenções realizadas em uma turma da terceira série do ensino médio de uma escola da cidade de Santa Maria - RS - Brasil. Os resultados foram categorizados seguindo as etapas da análise textual discursiva (MORAES, 2003), objetivando melhor compreensão e discussão dos mesmos.

Para cada um dos itens: apresentação da proposta, oficina temática “Composição química dos alimentos”, oficina temática “Alimentos, o combustível da vida”, estudo de caso “A saúde de Maria Eduarda” e encerramento das atividades foram criadas categorias específicas que servirão de suporte para a análise e discussão dos resultados neste capítulo. A identidade dos participantes desta pesquisa será preservada, sendo que para cada estudante foi designado um número aleatoriamente.

5.1 Análise e discussão da apresentação da proposta

Nesta intervenção, os dados foram obtidos por intermédio da aplicação de um questionário diagnóstico, que teve por objetivo conhecer melhor os participantes da pesquisa. As respostas desse questionário foram analisadas conforme as seguintes categorias:

- Perspectivas para o futuro;
- Disciplinas preferidas da escola;
- Utilidade dos conteúdos vistos na escola;
- Aulas experimentais de Química;
- Relação da Química com o cotidiano.

Cada uma dessas categorias será discutida a seguir.

5.1.1 Perspectivas para o futuro

Como a turma estava concluindo o ensino médio, julgamos que seria importante conhecer quais eram as expectativas dos estudantes acerca do futuro. Quando questionados sobre o que fariam após o término do ensino médio e qual profissão desejariam seguir, algumas respostas foram:

Estudante 1: Pretendo cursar uma universidade federal. Pretendo cursar **farmácia**, me encanta o mundo da manipulação de remédios e mais ainda a de cosméticos.

Estudante 2: Desejo seguir **carreira militar**.

Estudante 9: Minhas expectativas é fazer faculdade e trabalhar. A profissão que eu escolhi é **Química**.

Estudante 12: Passar no vestibular é claro, cursar algum **curso técnico** também. Com certeza a área rural é predominante em mim, quero ser **Zootecnista**.

Estudante 15: Minha expectativa é continuar em meu serviço e passar no vestibular em **Pedagogia** (Licenciatura), seguir essa profissão.

Estudante 23: Ter um bom emprego, fazer muitos cursos. Quero fazer **um curso técnico** e depois me formar em **medicina**.

O gráfico 5 apresenta um levantamento das profissões almejadas por todos os estudantes participantes da pesquisa.

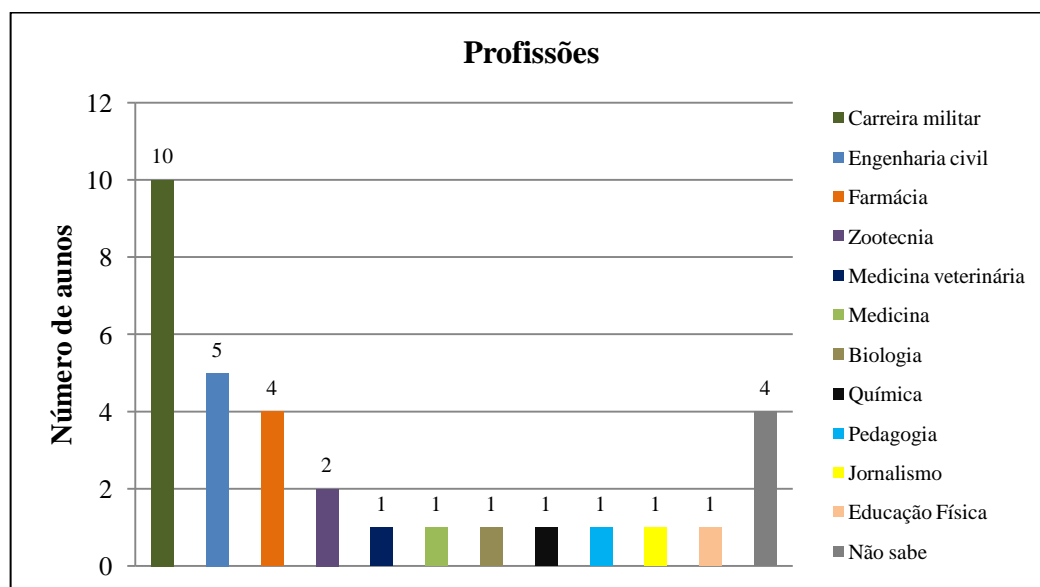


Gráfico 5 - Profissões que os alunos desejam seguir.

Analisando as respostas, percebemos que um número considerável de estudantes deseja seguir carreira militar, dez ao total, sendo cinco do sexo feminino e cinco de sexo masculino. Alguns estudantes têm a ideia de cursar graduação e trabalhar, conforme as respostas dos estudantes 9 e 15, que desejam cursar Química e Pedagogia respectivamente, e seguirão trabalhando. Os cursos técnicos também foram opções dos sujeitos desta pesquisa, conforme resposta dos estudantes 12 e 23, muitas vezes essa escolha se deve pela dificuldade de passar no vestibular ou pela rápida entrada desses profissionais no mercado de trabalho.

Outro dado bastante interessante é que praticamente todos os alunos já possuem uma profissão definida. Esse resultado pode ter sido influenciado pelo período de aplicação desta pesquisa, pois nos meses de outubro e novembro geralmente as universidades já abriram as inscrições para seus processos seletivos, e por esse motivo muitos estudantes já haviam escolhido a profissão que desejariam seguir.

5.1.2 Disciplinas preferidas dos estudantes

A fim de identificar as preferências dos estudantes em relação às áreas do conhecimento, eles foram questionados sobre quais disciplinas da escola mais gostavam. O resultado foi bastante surpreendente, pois dos trinta e dois alunos que responderam esse questionário, trinta citaram a Química como uma das suas disciplinas preferidas. Esse interesse pode estar relacionado com a aceitação da professora de Química perante os alunos. Em algumas anotações, feitas pelo pesquisador, das falas dos estudantes em sala de aula, muitos elogiavam a professora pela sua didática nas explicações dos conteúdos ou pelo seu carisma. Algumas respostas para esse questionamento foram:

Estudante 11: Gosto de Química, Física e História, enfim gostaria de todas, se eu dominasse elas.

Estudante 19: As minhas favoritas são Química, Física e Matemática.

Estudante 25: Gosto de algumas disciplinas. Física, e as vezes Química e Biologia.

Estudante 26: Gosto de poucas: Português e Química.

Estudante 31: Não gosto muito, mas as melhores são: Matemática, Espanhol, Química e Geografia.

5.1.3 Utilidade dos conteúdos vistos na escola

A contextualização dos conteúdos permite a interpretação de fatos cotidianos, instrumentalizando os conceitos aprendidos na escola na vida dos estudantes. Considerando que não há nada no mundo físico ou social que, em princípio, não possa ser relacionado aos conteúdos curriculares da Educação Básica (WARTHA e ALÁRIO-FALJONI, 2005), os estudantes foram questionados sobre a utilidade dos conteúdos vistos na escola, e algumas respostas foram:

Estudante 3: Os conteúdos que aprendemos em aula servem para nos dar mais conhecimento, e eu os utilizo para passar para a minha família o que aprendi.

Estudante 6: No ensino fundamental os conteúdos nos deram base para o ensino médio, onde se tem o objetivo de seguir uma carreira. Além disso, utilizo várias coisas no meu dia a dia.

Estudante 7: Os conteúdos servem tanto para concursos quanto para a nossa vida. Tem muita coisa no dia a dia que aprendemos na escola.

Estudante 10: Eles (os conteúdos) servem para preparar para o vestibular e poucas vezes uso eles no meu dia a dia.

Estudante 13: Eles (os conteúdos) são importantes para nós nos especializar no que vamos fazer em nossa carreira, eles terão mais utilidade no futuro. Mas também uso algumas coisas que aprendemos no meu dia a dia.

Estudante 22: Os conteúdos que aprendo uso sempre no meu cotidiano como o Português, e o restante serão usados para que eu possa ingressar em um curso superior.

Estudante 24: A matéria que estudamos no colégio é para nos tornar um bom cidadão e nos ajudar a ter uma boa profissão.

Estudante 27: A maioria dos conteúdos não serve para muita coisa, mas acredito que a Química é a mais fácil de associar ao meu dia a dia.

Estudante 31: As pessoas utilizam Matemática diariamente no seu cotidiano, mesmo que não percebam.

Através da análise das respostas percebemos que muitos alunos (7, 10, 13, 22 e 24) têm a perspectiva de utilizar os conteúdos aprendidos na escola no futuro, para passar em concursos e vestibulares ou para sua formação profissional. Apesar de destacar os conteúdos curriculares como um meio de melhorar de vida no futuro, grande parte dos estudantes os utiliza em seu cotidiano, como por exemplo, o estudante 7 que respondeu “tem muita coisa no dia a dia que aprendemos na escola”. Para os estudantes 3 e 6, os conteúdos curriculares

servem para dar mais conhecimento, e o estudante 3 ainda ressalta que passa para seus familiares o que aprende na escola. O aluno 24 afirma que a matéria da escola serve para sua formação cidadã, essa percepção evidencia o papel social atribuído aos conteúdos escolares.

Outra constatação é a facilidade que alguns estudantes têm de relacionar disciplinas como Português e Matemática com seu dia a dia, pois em seus textos relatam que as utilizam todos os dias e em vários momentos, como se as outras disciplinas não tivessem aplicação diária no cotidiano. Ainda detectamos que alguns estudantes, como o 10 e o 27, não conseguem relacionar os conteúdos básicos estudados na escola com o seu dia a dia.

5.1.4 Aulas experimentais de Química

Desde o século XVIII a experimentação é reconhecida como uma ferramenta facilitadora do processo de ensino e aprendizagem em Ciências, pois auxilia na articulação entre fenômenos e teorias (SILVA *et al.*, 2010). Reconhecendo a importância das atividades experimentais na transição entre o abstrato e o concreto, processo importante para a compreensão de vários conteúdos de Química, os estudantes foram questionados se já haviam tido aulas experimentais. O gráfico 6 apresenta os resultados em dados percentuais.

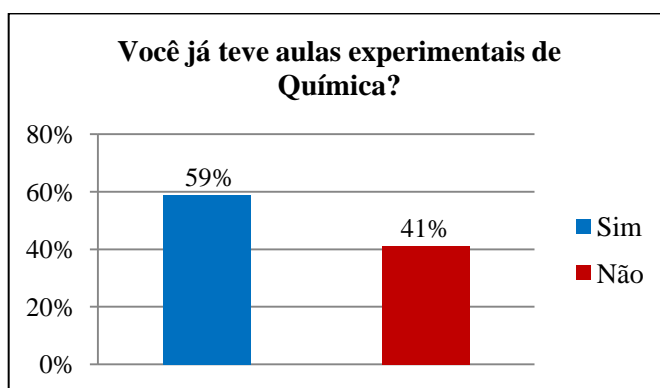


Gráfico 6 - Porcentagem de alunos que já tiveram aulas experimentais.

Através do gráfico observamos que a maioria dos estudantes, 59% correspondente a dezenove alunos, já tinham participado de aulas experimentais. Entretanto, antes de iniciar a

aplicação desta pesquisa, por meio de uma conversa com a professora responsável pela turma, detectamos que ela não utilizava o laboratório de Ciências da escola, desta forma não desenvolvendo atividades experimentais em suas aulas. Então, através de conversas com os estudantes descobrimos que as atividades experimentais que eles tinham frequentado eram desenvolvidas pelo PIBID-UFSM, que atuava no contra turno nesta escola.

A utilização de atividades experimentais realmente é uma ferramenta motivadora do ensino de Química, pois muitos estudantes frequentavam a escola no turno inverso para ter a oportunidade de participar de aulas experimentais demonstrativas ou investigativas desenvolvidas pelo PIBID-UFSM. Esta constatação é corroborada por Giordan (1999) que afirma:

É de conhecimento dos professores de Ciências o fato de a experimentação despertar um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização. Em seus depoimentos, os alunos também costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos (GIORDAN, 1999, p. 43).

Este caráter motivador e lúdico atribuído às atividades experimentais é evidenciado nas respostas dos estudantes, mesmo pelos que nunca tiveram atividades desse tipo:

Estudante 11: Nunca tive (aulas experimentais), gostaria de ter. Seria muito importante ter aprendido com as experiências da Química.

Estudante 15: Eu adorei as aulas experimentais que tive, eu acho importante ter aulas assim por que é uma forma de conhecimento extra que você aprende.

Estudante 19: Sim, gostei bastante das aulas experimentais, pois podemos ver como a Química se reflete no nosso dia a dia. E fica mais fácil de entender o conteúdo através dos experimentos.

Estudante 6: Gostei muito, pois muitas vezes temos curiosidade de ver como as reações acontecem, e assim, se aprende mais, com vários exemplos.

Estudante 3: Foi muito legal as oficinas do PIBID, por que nelas podemos ver a Química além da folha de papel. Nos experimentos podemos ter a imaginação além da teoria.

Estudante 22: Eu gostei muito, essa atividade é muito importante para nos mostrar a utilização da Química. Eu não gostava muito de Química até ter essa experiência.

A partir dessa amostra de relatos dos estudantes percebemos que é conferida a atividade experimental um caráter facilitador dos conceitos químicos, ou seja, pelas afirmações dos estudantes é mais fácil aprender Química através de aulas práticas.

5.1.5 Relação da Química com o cotidiano

Os estudantes foram questionados “Em que momentos, objetos ou em qual parte da sua vida a Química está presente?” Algumas respostas foram:

Estudante 2: A Química está presente em todos os momentos. Mesmo sem perceber ela está presente, quando escovamos os dentes, utilizamos um produto no cabelo, na produção de cosméticos.

Estudante 9: A Química está presente em tudo, como por exemplo no funcionamento dos carros, das motos e nas explosões.

Estudante 23: Está presente no meu corpo, na forma como digerimos os alimentos, nos remédios, no envelhecimento da pele etc.

Estudante 25: No fogo, na água, no ar, nos remédios, nos alimentos.

Estudantes 32: A Química está presente em todas as coisas que usamos desde as colorações, tratamentos, maquiagens, chapinha etc.

Todos os estudantes conseguiram relacionar a Química com algum momento ou parte da sua vida, e as respostas foram bastante variadas. Observamos que muitos a relacionam com produtos cosméticos (estudantes 2 e 32), outros com fogo e explosões, outros ainda reconhecem a Química como parte da composição do ser humano, como o estudante 23.

Os estudantes 23 e 25 foram os únicos que relacionaram a Química com os alimentos. Com o objetivo de saber se os alunos conseguiriam relacionar a Química com essa temática, foi feita a seguinte questão: “Você consegue relacionar os conteúdos de Química com os alimentos? Quais conteúdos?”. As respostas foram bem divididas, conforme o Gráfico 7.

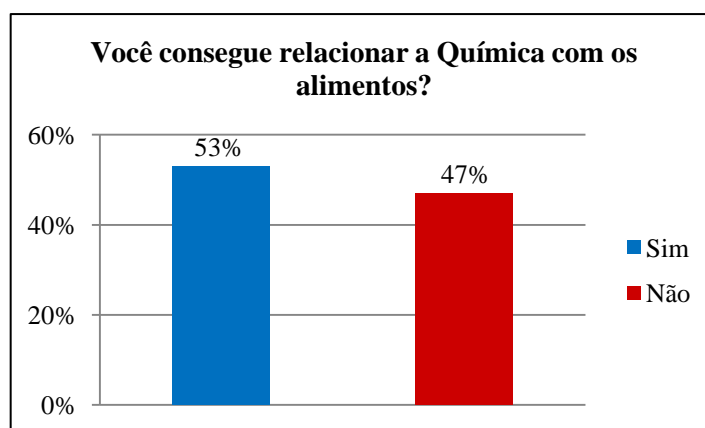


Gráfico 7 - Relação da Química com os alimentos.

Por meio da análise do Gráfico 7, observamos que 53% dos sujeitos desta pesquisa, correspondente a dezessete estudantes, conseguem relacionar a Química com a temática “Alimentos”, entretanto quando solicitados a citar alguns conteúdos químicos que permitam essa relação, apenas oito alunos citaram, enquanto os outros nove formularam respostas do tipo: “Acho que sim (consegue relacionar a Química com os alimentos), quanto aos conteúdos não sei estou confuso” (estudante 13), “Sim (consegue relacionar a Química com os alimentos), mas os conteúdos não me lembro” (estudante 24) ou simplesmente “Sim” (estudante 7). Outras respostas dos estudantes foram:

Estudante 9: Acho que sim (consegue relacionar a Química com os alimentos), a matéria do terceiro ano, Química orgânica.

Estudante 19: Sim (consegue relacionar a Química com os alimentos), as matérias são aminoácidos, proteínas e glicídios.

Estudante 27: Sim (consegue relacionar a Química com os alimentos), não lembro muito dos conteúdos, mas eles podem ser relacionados com a Química do 1º ano do ensino médio.

Estudante 28: Consigo relacionar só com o sal.

Os estudantes associaram a temática com conteúdos relacionados à composição química dos alimentos, como por exemplo, aminoácidos, proteínas e glicídios ou com o próprio sal. Nenhum associou essa temática com conteúdos como energia ou reações químicas.

5.2 Análise e discussão da oficina temática “Composição química dos alimentos”

Na oficina temática “Composição química dos alimentos” foi utilizado três tipos de instrumentos para a coleta de dados: questionário, produção de texto e exercícios. No primeiro momento foi solicitado aos estudantes que respondessem um questionário a respeito da composição química dos alimentos, com o intuito de analisar seus conhecimentos prévios. Ainda durante o primeiro momento, os estudantes responderam a um exercício, que tinha por objetivo detectar as dificuldades dos mesmos em relação ao conteúdo de funções orgânicas. No terceiro momento, após a explicação dos conteúdos, os estudantes responderam a um exercício semelhante ao fornecido no primeiro momento, para posterior comparação. Para a

análise da atividade experimental investigativa, foi proposto que os estudantes elaborassem um texto com suas análises e resultados.

Para avaliar os dados obtidos nessa oficina temática, foram criadas as seguintes categorias:

- Concepções dos estudantes em relação à temática “Alimentos”;
- Concepções dos estudantes sobre uma alimentação saudável;
- Concepções dos estudantes acerca da composição química dos alimentos;
- Evolução do conhecimento químico;
- A importância da atividade investigativa.

5.2.1 Concepções dos estudantes em relação à temática “Alimentos”

Os estudantes foram questionados sobre o que sabiam a respeito dos alimentos e por que deveriam se alimentar. Analisando parte das respostas, constatamos que alguns alunos não possuíam muitas informações a respeito dos alimentos e que nas suas opiniões deveriam se alimentar para ter uma vida saudável.

Estudante 12: Não sei muito sobre os alimentos, mas sei que devemos nos alimentar para poder sobreviver, pois precisamos deles para permanecer em pé.

Estudante 22: Que são muito importantes para a nossa saúde. Precisamos nos alimentar para ter uma vida saudável.

Estudante 27: Sei só o básico (sobre os alimentos). Temos que nos alimentar para nos mantermos saudáveis.

Outros estudantes responderam com mais argumentos, demonstrando terem uma ideia inicial sobre os alimentos e por que nos alimentamos:

Estudante 1: O que sei sobre os alimentos é que são essenciais para a vida, nos alimentamos para termos nutrientes que ajudam no funcionamento do corpo e fazem bem para a pele.

Estudante 32: Para termos energia, para que o organismo tenha um bom funcionamento. Sei também que devemos nos alimentar bem para sermos saudáveis.

O estudante 10 utilizou uma analogia para explicar o porquê devemos nos alimentar:

Estudante 10: São necessários para a nossa vida. O alimento é o que faz nosso corpo funcionar, como a gasolina é o que faz o carro andar.

Dessa forma, foi importante conhecer as concepções dos estudantes sobre a temática “Alimentos”, pois toda a aprendizagem vem interferir num “já-existente” conceitual, que mesmo falso para a Ciência, serve como um sistema de explicação eficaz e funcional para o docente das representações dos alunos. O ponto de partida da ideia de representação é que a aprendizagem ocorre em cima de conhecimentos prévios, portanto ensinar Química não pode mais se limitar ao fornecimento de informações, pois esses dados só serão eficazes se transformarem de modo durável as concepções dos alunos (ASTOLFI e DEVELAY; 2011).

5.2.2 Concepções dos estudantes sobre uma alimentação saudável

A fim de conhecer um pouco mais sobre os alunos, seus hábitos alimentares e suas concepções sobre uma alimentação saudável, fizemos o seguinte questionamento: Você tem uma alimentação saudável? Justifique.

Em relação à primeira parte da pergunta, dezessete estudantes, correspondente a 53% da turma, considera ter uma alimentação saudável. Algumas justificativas foram: “Como verduras, legumes, frutas, sem dispensar aquilo que gosto como arroz, feijão etc.” (estudante 25), “Eu considero que sim, pois como frutas, verduras e comida de sal” (estudante 7) e “Como de ‘tudo’, consumo muitas frutas” (estudante 29). Praticamente todos os estudantes que responderam ter uma alimentação saudável justificaram sua escolha pelo consumo de frutas, legumes ou saladas, nenhum estudante relacionou uma dieta saudável com refeições balanceadas e compostas por vários nutrientes.

Sobre o restante da turma, quinze alunos (47% dos estudantes), que respondeu não possuir uma alimentação saudável, algumas justificativas foram: “Não, pois como muito doce na rua” (estudante 16), “Até alguns anos atrás tinha uma boa alimentação, mas agora que estudo de manhã e de tarde não sobra muito tempo” (estudante 3), “Não, mas gostaria de ter uma alimentação saudável, mas a gente sempre opta pelo mais saboroso e não pelo mais saudável. Desejo me reeducar” (estudante 6). Através da análise das respostas, percebemos que muitos estudantes têm consciência que optam pelos alimentos mais saborosos em

detrimento dos saudáveis. Ainda detectamos que conferem a falta de tempo uma das possíveis causas por não terem uma alimentação saudável e que desejariam melhorar a qualidade de sua alimentação.

5.2.3 Concepções dos estudantes acerca da composição química dos alimentos

A proposta desta oficina temática é fazer com que os alunos compreendam a composição química dos alimentos. Com o objetivo de conhecer as concepções dos estudantes sobre esse assunto, foi realizado o seguinte questionamento “Em sua opinião, do que os alimentos são constituídos?”. Algumas respostas foram:

Estudante 6: A maioria dos alimentos são constituídos de açúcar, vitaminas e ácidos.

Estudante 10: Os alimentos são constituídos de carboidratos, vitaminas, proteínas e também por outras substâncias que podem ser boas ou ruins.

Estudante 11: Os alimentos são constituídos por fibras, que são importantes para o nosso dia a dia.

Estudante 18: São constituídos de várias proteínas e de vitaminas, que vai do cálcio ao zinco.

Estudante 23: São constituídos de matéria basicamente.

Estudante 29: São formados por vários nutrientes como os carboidratos, proteínas e vitaminas.

Estudante 31: Os alimentos são constituídos por substâncias químicas e por misturas de substâncias químicas.

Com base nas respostas, verificamos que os estudantes apresentaram um conhecimento inicial sobre a composição química dos alimentos. Em relação à concepção do estudante 23, a ideia por ele apresentada é a comumente encontrada nos livros didáticos do ensino médio, quando introduzem os primeiros conceitos de Química que enunciam “matéria é tudo aquilo que tem massa e ocupa lugar no espaço”. De maneira semelhante, o estudante 31, relaciona a composição química dos alimentos com as substâncias puras e misturas. Apesar de serem bastantes gerais, essas concepções estão corretas e demonstram que os estudantes apresentam uma representação da composição química dos alimentos, que de acordo com Astolfi e Develay (2011) é o ponto de partida para a aquisição do conhecimento.

Outros estudantes expressaram um conhecimento mais específico acerca da composição química dos alimentos, utilizando termos como nutrientes e os tipos de nutrientes. Algumas respostas foram influenciadas por propagandas de suplementos alimentares vinculadas na televisão, como por exemplo, a do estudante 18. Nenhum dos estudantes mencionou em suas respostas os termos “lipídeos” e “sais minerais” como componentes dos alimentos, os nutrientes mais lembrados foram carboidratos, proteínas e vitaminas.

Dos trinta e dois alunos que responderam a essa questão, somente seis não sabiam ou não quiseram opinar a respeito da composição química dos alimentos. Desta maneira constatamos que grande parte dos estudantes possui concepções sobre a composição dos alimentos, mesmo porque esses estão presentes no seu cotidiano. Por intermédio das respostas também detectamos que alguns estudantes têm dificuldades em expressar suas ideias, o que pode ser consequência da falta de hábito com o tipo de exercício proposto por esta pesquisa, no qual devem dissertar sobre suas ideias e opiniões.

5.2.4 Evolução do conhecimento químico

Para avaliar a evolução do conhecimento químico, foi solicitado aos estudantes que respondessem a um exercício de identificação de grupos funcionais em compostos presentes nos alimentos (Apêndice 2). No terceiro momento da oficina temática “Composição química dos alimentos”, eles responderam a outro exercício semelhante ao anterior (Apêndice 4), sendo que nesse além de identificarem as funções orgânicas nas estruturas químicas presentes nos alimentos, os alunos foram questionados quanto à classificação dos mesmos em macronutriente ou micronutriente e as funções bioquímicas que pertenciam.

O primeiro exercício abordou as seguintes funções orgânicas: álcool, fenol, aldeído, enol, ácido carboxílico, éster, éter, amina e amida, e teve por objetivo detectar as dificuldades dos estudantes em relação a esse conteúdo e possibilitar a comparação com as respostas do segundo exercício. No gráfico 8 está representado o número de estudantes que identificou corretamente os grupos funcionais em cada estrutura nos exercícios 1 e 2, em um universo de trinta e dois alunos.

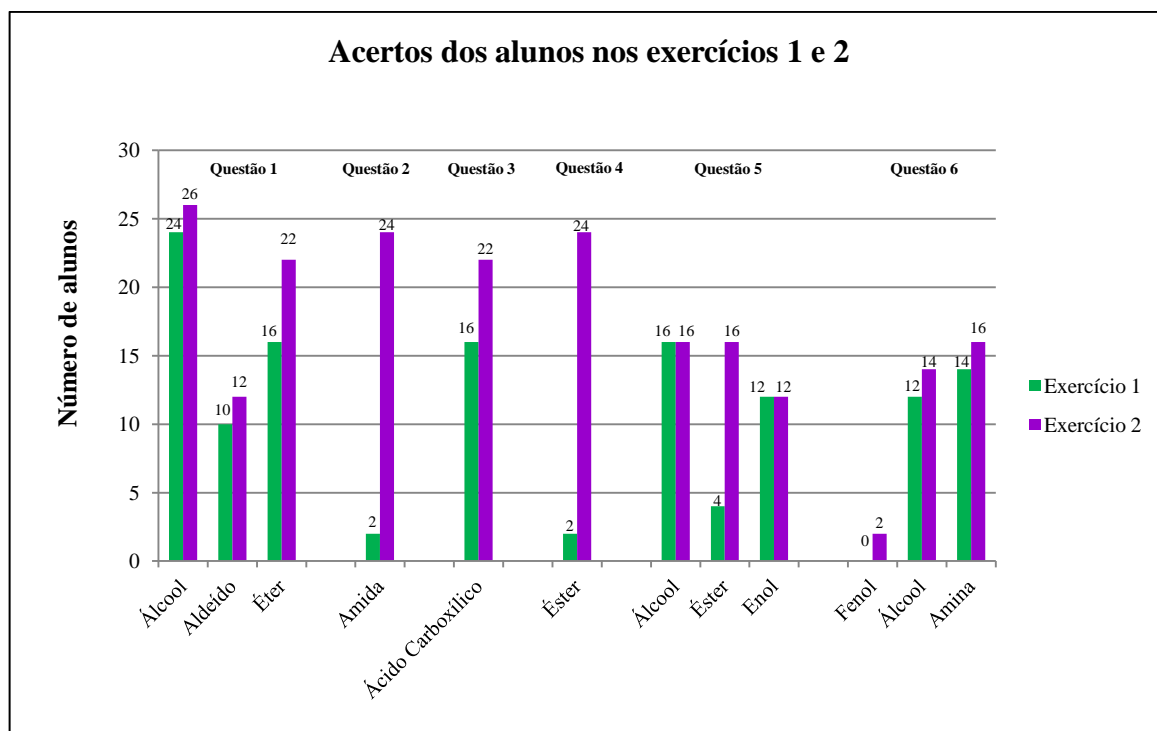


Gráfico 8 - Acertos dos alunos nos exercícios 1 e 2.

Através da análise do Gráfico 8, podemos observar que os estudantes apresentaram dificuldades na identificação das funções orgânicas, isso pode ter ocorrido por diversos fatores. Algumas estruturas químicas propostas eram complexas, pois apresentavam vários grupos funcionais, desta forma os alunos deveriam caracterizar mais de uma função orgânica. Outro fator que pode ter influenciado foi a maneira como as estruturas foram disponibilizadas nos exercícios, algumas delas na forma condensada e em traços o que pode ter aumentado a dificuldade.

Durante a primeira aplicação do exercício, constatamos que muitos estudantes apresentaram problemas na identificação das funções: amida (questão 2), éster (questão 4 e 5) e fenol (questão 5). Na questão 2, ao invés de identificar a função amida, vários estudantes identificaram as funções cetona e amina, separando o grupo funcional amida. Em relação ao éster, muitos estudantes não responderam ao exercício e alguns que responderam utilizaram termos como “isonitrila” ou “anidrido” demonstrando falta de conhecimento sobre a função. Além disso, os estudantes apresentaram muitos problemas a respeito da identificação das funções orgânicas caracterizadas pelo grupo funcional hidroxila, pois eles identificaram todas

as estruturas que apresentavam a hidroxila como álcool, sendo que nenhum estudante identificou a função orgânica fenol na questão 6.

Outra dificuldade detectada através da aplicação do exercício 1 foi a identificação das funções orgânicas que apresentam o grupo carbonila, na qual muitos estudantes confundiram aldeído com cetona. Entretanto, também detectamos que a grande maioria dos alunos conseguiu identificar a função orgânica álcool da questão 1, e que metade da turma identificou corretamente o grupo carboxila presente nos ácidos carboxílicos da questão 3.

Na segunda aplicação do exercício, os estudantes apresentaram alguns avanços. Na questão 1, houve aumento do número de alunos que acertaram as três funções orgânicas presentes nas estruturas fornecidas, tendo destaque para a função éter. Já as questões 2 e 4 foram as que apresentaram maior diferença na comparação com os resultados obtidos no primeiro exercício, isso pode ter sido consequência da ênfase dada no segundo momento pedagógico, organização do conhecimento, para as funções orgânicas amida e éster.

Com base na aplicação do exercício 2, detectamos que os estudantes continuaram apresentando dificuldades a respeito da função orgânica fenol, pois somente dois a identificaram corretamente na questão 6. A maioria confundiu essa função orgânica com a função enol, pois analisando o desenvolvimento dessa questão, observamos que muitos alunos circularam uma das duplas ligações do anel aromático e o grupo hidroxila e caracterizaram como enol.

Outra análise que pode ser realizada, por meio dos dados obtidos no exercício 2, foi que os estudantes apresentaram maior dificuldade na identificação das funções orgânicas em moléculas polifuncionais, como as das questões 5 e 6. Na questão 5, na identificação das funções álcool e enol, os índices de acertos continuaram os mesmos do exercício 1, sendo perceptível a evolução de acertos na caracterização da função orgânica éster. Já no que diz respeito à questão 6, houve um pequeno avanço no número de estudantes que acertaram cada uma das funções orgânicas propostas.

Além da identificação das funções orgânicas, o exercício 2 questionava os estudantes sobre o tipo de nutriente e a função bioquímica que cada alimento pertencia. Com exceção da questão 3, que apresenta a estrutura química de um ácido graxo, as outras estruturas químicas pertenciam a macronutrientes e micronutrientes. No caso da questão 3, os estudantes foram informados que a estrutura química fazia parte da composição de algum macronutriente e, portanto, deveria ser classificada. O Gráfico 9 apresenta o número de estudantes que classificaram corretamente cada uma das estruturas.

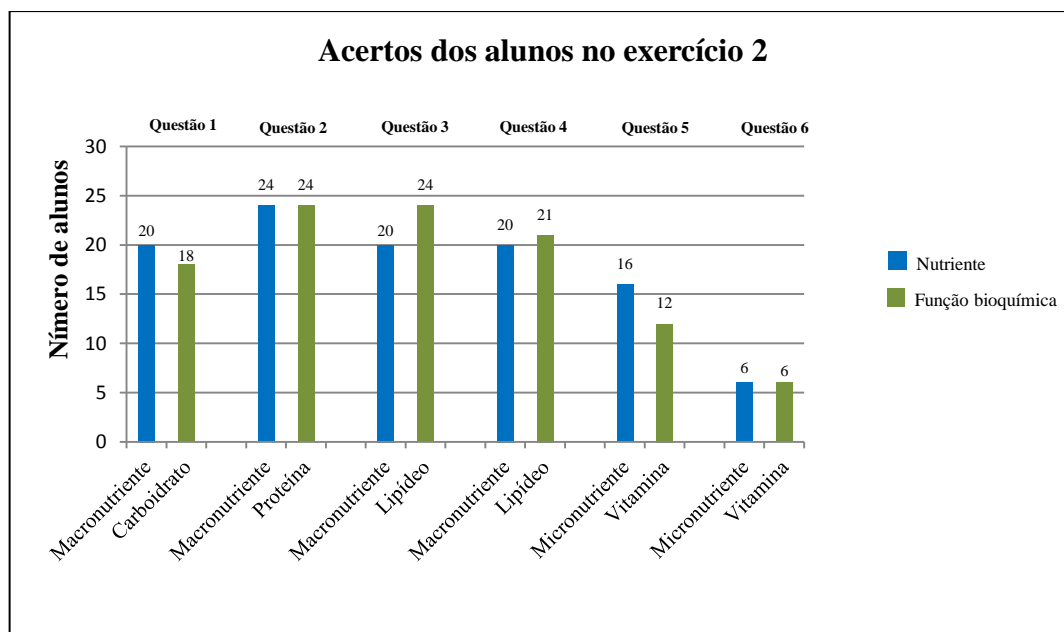


Gráfico 9 - Acertos dos alunos no exercício 2.

Analisando o Gráfico 9, podemos perceber que os estudantes identificaram com maior facilidade os macronutrientes do que o micronutrientes. Também, verificamos que a maioria dos estudantes classificou corretamente as estruturas químicas dos macronutrientes em relação as suas funções bioquímicas, que podem ser carboidrato, proteína e lipídeo, provavelmente esse resultado positivo está associado ao interesse que a temática despertou nos estudantes.

Quanto à identificação das vitaminas, as respostas dos estudantes não foram muito satisfatórias, pois menos da metade da turma relacionou corretamente as estruturas químicas dos compostos fornecidos com essa função bioquímica. Essa constatação pode ser consequência das vitaminas não possuírem uma função orgânica definida, o que pôde ter contribuído para a confusão dos estudantes. Outro dado obtido que merece uma maior análise, é a discrepância de acertos na classificação das estruturas das questões 5 e 6, sendo que ambas eram vitaminas. Essa diferença pode ser devido a vitamina C representada na questão 5 ser mais conhecida pelos estudantes do que a vitamina B6 da questão 6.

Apesar das dificuldades apresentadas pelos estudantes na identificação das funções orgânicas nos exercícios 1 e 2, podemos constatar que houve evolução do conhecimento químico. Esta análise comparativa foi importante, pois permitiu detectar os problemas

conceituais que os estudantes ainda apresentavam nesta etapa da oficina (início do terceiro momento pedagógico), permitindo rever algumas funções orgânicas que ainda não estavam bem compreendidas. Após a realização do exercício 2, foi proposta aos estudantes uma atividade experimental investigativa, na qual deveriam aplicar os conhecimentos adquiridos até o momento.

5.2.5 A importância da atividade investigativa

A experimentação investigativa proporciona aos estudantes vivenciar situações como pesquisadores, essas situações auxiliam na compreensão dos conteúdos científicos e no desenvolvimento de atitudes. Nessa abordagem, os alunos têm a oportunidade de discutir, questionar suas hipóteses e idéias iniciais à luz do quadro teórico, coletar e analisar dados para encontrar possíveis soluções para o problema (SUART e MARCONDES, 2009).

Nesta perspectiva, a atividade experimental “Identificando os nutrientes dos alimentos” propôs que os estudantes estabelecessem critérios e elaborassem hipóteses para a identificação dos nutrientes presentes em uma amostra de alimentos. Ao término dessa atividade de caráter investigativo foi solicitado aos estudantes que produzissem um texto comentando os dados obtidos, as hipóteses formuladas e as conclusões. Para promover uma maior interação e discussão, essa atividade foi realizada em grupo e os textos foram entregues por cada grupo. Na Tabela 14 estão descritos os grupos e os estudantes representados pelos números que lhes foram designados nessa pesquisa.

Tabela 14 - Componentes de cada grupo da atividade experimental investigativa.

Grupo	Componentes
1	7, 10, 13, 18, 22 e 30.
2	4, 8, 15, 20, 21, 25 e 26.
3	11, 12, 16, 24, 28 e 32.
4	1, 5, 6, 17, 29 e 31.
5	2, 3, 9, 14, 19, 23 e 27.

Para a análise dessa atividade nos baseamos nos textos produzidos pelos grupos, a seguir destacamos algumas partes destes textos:

Grupo 1: O suco de limão tem açúcar porque não é *light* e porque as frutas possuem açúcar, apresentou cor laranja com o Benedict. O macarrão e o leite condensado também possuem açúcar (carboidrato), pois apresentaram uma coloração laranja como o suco de limão.

Grupo 2: Olhando a embalagem da maizena® descobrimos que tem amido e com o Lugol sua cor ficou lilás. Quando testamos a farinha de trigo e o arroz com o Lugol também ficou lilás, mostrando a presença de amido.

Grupo 3: O leite ficou roxo com o Biureto e em aula estudamos que no leite tem a proteína caseína, a gelatina e a clara do ovo também apresentaram coloração roxa, portanto são formados por proteínas.

Grupo 4: Dos alimentos que testamos, os que possuem carboidrato são o arroz e o macarrão instantâneo, já que reagiram com o Lugol (identifica amido) e com o Benedict (identifica açúcar redutor). Outro teste que fizemos foi com a gelatina incolor, o leite condensado e a clara do ovo, e constatamos que tem proteína, porque todos ficaram da mesma cor quando reagiram com o Biureto, ou seja, roxo.

Grupo 5: No refrigerante de limão *diet* não encontramos nenhum dos nutrientes. Quando misturados com os reagentes que identificam os açúcares, o amido e as proteínas ele não reagiu, ficando a mesma cor que os reagentes tinham antes de serem misturados. Já o refrigerante tradicional, mudou a cor azul normal do reagente de Benedict, indicando a presença do açúcar.

Nos textos dos grupos podemos observar que os estudantes definiram critérios para identificar a presença dos nutrientes nos alimentos. Já no início da aula, todos os grupos perceberam que essa atividade era de caráter qualitativo, desta maneira estabeleceram como critério a cor para a identificação dos açúcares redutores, do amido e das proteínas. Essa primeira percepção motivou os estudantes, pois quando essa atividade foi proposta muitos ficaram receosos e não mostraram interesse em participar, atitude que torna-se compreensível, considerando que muitos estudantes nunca tinham participado de uma atividade desse tipo.

Após o estabelecimento da cor como critério, alguns grupos estabeleceram padrões. Isso pode ser observado pelo relato do grupo 1, que formulou uma hipótese baseada em seus conhecimentos prévios e científicos para estabelecer o padrão. Os estudantes afirmaram que o suco em pó testado tinha açúcar por não ser *light* e porque as frutas têm açúcares em sua composição, pois já haviam estudado que nas frutas está presente a frutose e a glicose. A partir desse momento, os estudantes compararam as colorações resultantes dos testes com os outros alimentos com a cor do padrão (suco de limão + Benedict). O grupo 3 também fez a mesma análise do grupo 1, entretanto nesse caso foi referente a identificação das proteínas.

Durante a realização da atividade experimental, os estudantes tiveram acesso aos rótulos dos alimentos. O grupo 2, utilizou as informações contidas nas embalagens para definir o padrão para a identificação de amido. Esse é um aspecto que deve ser considerado, já que os estudantes desse grupo tiveram a iniciativa de ler os rótulos e as embalagens dos alimentos para obterem informações importantes para a sua investigação.

Outra constatação que deve ser destacada, é a do grupo 4 no que se refere a identificação das proteínas. Esse grupo não estabeleceu um padrão para a identificação dos nutrientes, os estudantes utilizaram amostras de alimentos incolores ou levemente esbranquiçados e observaram que apresentaram a mesma cor com o Biureto, desta maneira puderam fazer suas conclusões.

O texto produzido pelo grupo 5, referente a percepção da ausência de nutrientes no refrigerante *light*, evidencia que esses estudantes estavam atentos a observação dos dados obtidos, pois outros grupos identificaram açúcar e amido no refrigerante *light* afirmando: “possui açúcar e amido pois a coloração do refrigerante mudou” (Grupo 4) e “no ‘refri’ *light* tem açúcar, mesmo que na embalagem diga que não, pois sua cor mudou para azul” (Grupo 2). A partir da percepção da ausência de nutrientes no refrigerante *light*, o grupo 5 constatou a presença de açúcar redutor no refrigerante tradicional, uma vez que esse alterou a cor do reagente de Benedict.

Em relação à identificação dos lipídeos, os estudantes foram informados que deveriam utilizar seus conhecimentos sobre solubilidade. Alguns grupos não realizaram testes para a caracterização desses nutrientes, pois dentre os vários alimentos disponibilizados, os estudantes tiveram a liberdade de escolher os que prefeririam investigar sobre a composição química. Algumas considerações dos grupos que identificaram os lipídeos foram:

Grupo 2: Testamos o óleo de cozinha com água e observamos que não se misturaram. Os lipídeos são insolúveis em água, isso pode indicar que o óleo de cozinha é um lipídeo.

Grupo 5: Quando a manteiga foi aquecida, ela derreteu. Quando pingamos uma gota de manteiga na folha de papel, notamos que ficou transparente. A mesma coisa aconteceu com o azeite. O azeite e a manteiga se solubilizam na folha de papel, porque são apolares. Como um dos jeitos de identificar os lipídeos é pela solubilidade, o azeite e a manteiga são lipídeos.

A seguinte definição para os lipídeos “... apresentam estruturas quimicamente diferentes entre si, mas tem na insolubilidade em água uma característica que os define e comum a todos” (LEHNINGER, 2006) fundamenta a constatação do grupo 2. Nesse caso, podemos observar que os estudantes aplicaram os conhecimentos adquiridos anteriormente

para solucionar o problema proposto, sendo esse o objetivo do terceiro momento pedagógico, ter como base as ideias e os conceitos introduzidos para que situações problemáticas sejam apresentadas, de maneira que os participantes possam aplicar os conhecimentos elaborados (DELIZOICOV *et al.*, 2009).

Já o grupo 5 testou a manteiga e o óleo com o papel filtro, que chamaram de “folha de papel”. A observação levantada pelo grupo é interessante, pois constataram que os alimentos testados eram lipídeos por serem solúveis na celulose, matéria-prima do papel.

Nos textos analisados percebemos a dificuldade dos estudantes na discussão de suas hipóteses e conclusões, que são apresentadas de maneira sucinta, com poucas informações e repetição de vários termos. Entretanto, isso pode ser consequência da falta de costume dos estudantes com a realização de atividades de caráter investigativo e que exijam a elaboração de textos. Além disso, para Ferreira *et al.* (2010), a percepção do progresso no desempenho dos alunos, na autonomia e em outras habilidades desenvolvidas por meio das atividades investigativas não são imediatos.

Por fim, a participação dos estudantes na coleta, análise e discussão dos dados é evidenciada pelos textos produzidos. Por meio dessa atividade os alunos tiveram a oportunidade de trabalhar com pequenas investigações, formulando hipóteses e propondo soluções para o problema proposto. O desenvolvimento dessa atividade experimental de caráter investigativo aliada à temática “Alimentos” contribuiu para a compreensão da composição química dos alimentos por parte dos estudantes, objetivo dessa oficina temática.

5.3 Análise e discussão da oficina temática “Alimentos, o combustível da vida”

Os dados obtidos na oficina temática “Alimentos, o combustível da vida” serão analisados conforme as seguintes categorias:

- A construção da pirâmide dos alimentos pelos alunos;
- Cálculo das calorias das refeições do dia anterior dos estudantes;
- Atividade experimental sobre a energia dos alimentos.

Para a obtenção dos dados nessa oficina foram utilizados dois instrumentos: produção de textos e relatório.

5.3.1 A construção da pirâmide dos alimentos pelos alunos

Um dos motivos que justifica a escolha da temática “Alimentos” como geradora do conhecimento químico é a possibilidade de discutir, em sala de aula, aspectos que contribuam para o desenvolvimento de habilidades relacionadas à formação cidadã e a promoção da saúde. Por meio da utilização dos guias alimentares, em específico a pirâmide dos alimentos, foi desenvolvida com os estudantes uma atividade que propiciou a discussão a respeito de seus hábitos alimentares. Nessa atividade foi solicitado que construíssem a sua própria pirâmide dos alimentos e fizessem comentários comparando com a pirâmide sugerida pela OMS.

A seguir estão transcritas algumas pirâmides alimentares construídas pelos estudantes e seus comentários.



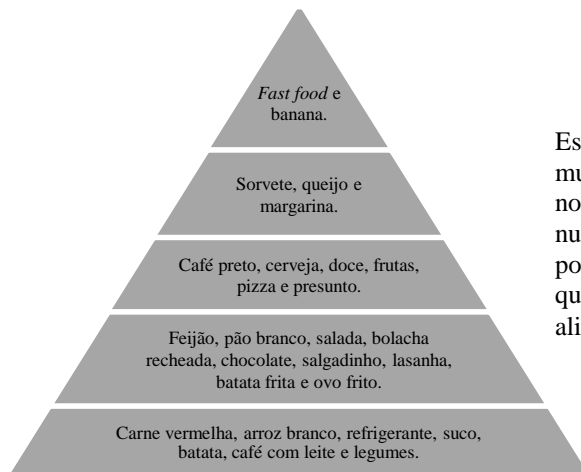
Estudante 17: Achei muito importante essa atividade. Nela pude perceber que a minha alimentação não está tão errada, a pirâmide verdadeira também apresenta pão e frutas na parte de baixo. O meu problema é o refrigerante e os doces. A cerveja ficou na parte de cima, já que bebo só quando saio com os meus amigos.



Estudante 16: A minha pirâmide está um pouco diferente da proposta pela OMS. A maioria das minhas refeições é baseada em carboidratos, isso não é recomendado. Algumas coisas eu acertei, por exemplo, nas frutas e nas saladas. Mas o mais importante é que como de tudo e assim, ingiro todos os tipos de nutrientes. Essa atividade foi muito legal, pois conversamos sobre a nossa alimentação e os nutrientes que estão presentes nelas.



Estudante 9: Eu gostei muito de fazer minha pirâmide e comparar com a outra. Nesta atividade a gente percebe como come errado... Eu pensei que tava errada por não beber muito leite, mas na pirâmide da OMS, o leite também está na parte de cima, o que indica que deve ser consumido pouco. Outra coisa que aprendi é que tem uns lipídeos que fazem bem e por isso estão na parte de baixo.



Estudante 20: A construção da pirâmide foi uma atividade muito produtiva e nos fez pensar um pouco mais sobre a nossa alimentação. Estou certa em algumas coisas, quase nunca consumo *fast food*, uma porque não gosto e também porque não é muito saudável. Acho que estou errada na quantidade de lipídeos que ingiro, pois como muitos alimentos fritos.

Analisando as pirâmides construídas pelos estudantes 9, 16, 17 e 20, podemos observar que algumas possuem quatro e outras cinco andares, sendo que a pirâmide dos alimentos indicada pela OMS possui seis níveis. Apesar dos estudantes terem construído pirâmides com divisões diferentes da recomendada, podemos constatar através de seus textos, que todos compreenderam que os alimentos dispostos na base devem ser ingeridos em maior quantidade do que os alimentos que se encontram no topo desse guia. Essa ideia de proporção é um dos aspectos mais importante para a utilização da pirâmide dos alimentos.

Em geral, a grande maioria dos estudantes dissertou sobre o resultado final da sua pirâmide, e verificamos que esse exercício contribui para uma auto-avaliação de seus hábitos alimentares. Os relatos dos seguintes estudantes evidenciam essa constatação:

Estudante 23: Depois que eu fiz essa pirâmide, percebi que minha alimentação está totalmente errada. Tenho que comer menos besteiras e alimentos mais variados, porque às vezes, no almoço como arroz, batata e massa, tudo é carboidrato.

Estudante 1: Olhando para a minha pirâmide, notei que não me alimento mal. Claro que posso melhorar em algumas coisas, como por exemplo, diminuir as proteínas, já que como carne em quase todas as refeições, quem sabe trocar a carne vermelha pelo peixe.

Além de proporcionar aos estudantes a reflexão a respeito da sua alimentação, esta atividade também contribui para a aplicação de alguns conceitos aprendidos na oficina anterior. Os estudantes utilizaram corretamente termos como nutrientes, carboidratos, lipídeos, proteínas, entre outros.

5.3.2 Cálculo da energia das refeições do dia anterior dos estudantes

Esta atividade teve por objetivo estimar a energia consumida pelos estudantes, em Kilocalorias, durante suas refeições no dia anterior. Durante os cálculos, para evitar discrepâncias nos valores obtidos, todos os alunos utilizaram a mesma referência³ disponibilizada pelos pesquisadores.

Após a determinação da energia das refeições do dia anterior, foi solicitado aos estudantes que comparassem os valores obtidos com os recomendados pela OMS para sua faixa etária e sexo. No término dessa atividade os estudantes registraram e entregaram os cálculos e seus comentários a respeito da comparação.

Alguns comentários dos estudantes são descritos a seguir:

Estudante 7: O cálculo das calorias das minhas refeições de ontem não deu muito fora do indicado. Pelos meus cálculos (se é que não me esqueci de nada) eu ingeri 2.109 Kcal, eu deveria ingerir pela tabela indicada 2.100, foi um pouco mais só. A atividade foi bem interessante, porque me dei conta que não podemos comer sem regras e que tudo conta calorias no final do dia.

Estudante 30: Ontem eu ingeri 2.519 Kcal, isso indica que ingeri um pouco menos que deveria, já que para a minha idade é recomendado 2.800 Kcal. Também posso ter esquecido de calcular alguma coisa, mas não estou tão mal então.

³ DOROSZ, P. **Tabelas de calorias e regimes de emagrecimento**. 4. ed. Tradução de Marcos Ikeda. Barueri: Editora Manole, 2006.

Estudante 25: Quando vi o resultado do meu cálculo, me apavorei, deu 3.088 Kcal. O certo que deveria comer era 2.100 Kcal. Acho que vou ter que fazer um regime depois dessa. Mas, mesmo assim, adorei a atividade, é bom para a gente se dar conta que exagera às vezes.

Estudante 15: Essa atividade foi muito legal, todas deveriam ser desse tipo, nela entendemos o porquê estudamos os cálculos da Química. Somando tudo que comi, a energia deu 1.986 Kcal, menos do recomendado (2.100 Kcal). Mas, na minha opinião, mais que os números, o mais importante é se você comeu coisas saudáveis, e se seu organismo ganhou todos os nutrientes que precisa.

Essa atividade foi bastante produtiva, pois todos os alunos apresentaram interesse na tarefa logo que foi proposta, o que repercutiu na participação e interação entre os estudantes durante sua realização. O comentário do estudante 15 corrobora a importância da realização de atividades nas quais os conteúdos vistos na escola tenham aplicação na vida dos alunos, desta forma fica evidente o papel “instrumental” dos conteúdos científicos e culturais, cuja função é permitir aos alunos compreender o mundo em que vivem (ARAÚJO, 2003).

Nos textos produzidos, podemos observar que os estudantes refletiram e comentaram em relação aos valores das calorias de suas refeições, cumprindo com o propósito dessa atividade. Analisando os relatos verificamos que propostas como essa auxiliam na relação dos conteúdos de Química com a realidade dos estudantes, fator que pode contribuir para a aprendizagem e interpretação de fatos do cotidiano.

5.3.3 Atividade experimental sobre a energia dos alimentos

A atividade experimental demonstrativa foi desenvolvida no laboratório de Ciências da escola e teve por objetivo abordar o conteúdo de energia por meio da temática “Alimentos”. Apesar do caráter demonstrativo dessa atividade, os estudantes participaram de todas suas etapas, fazendo observações, anotações, discussões e auxiliando na construção do calorímetro de água. Isso evidencia o papel motivador das atividades experimentais no ensino de Química defendido por diversos autores (GUIMARÃES, 2009; MARCONDES *et al.*, 2007; GIORDAN, 1999).

Como instrumento para a coleta de dados nesta atividade experimental, foi proposto aos estudantes que produzissem um relatório. A utilização de relatórios é uma estratégia importante na aprendizagem de Química e no desenvolvimento de argumentações científicas (FERREIRA *et al.*, 2010; JIMÉNEZ, 1998). O relatório deveria ser entregue individualmente

e conter os seguintes itens: título, objetivos do experimento, materiais e reagentes utilizados, procedimento experimental, resultados, análise dos resultados e conclusões.

Os trinta e dois estudantes participaram da atividade experimental e entregaram o relatório. O Gráfico 10 apresenta o número de alunos que apresentaram em seus relatórios cada um dos itens solicitados.

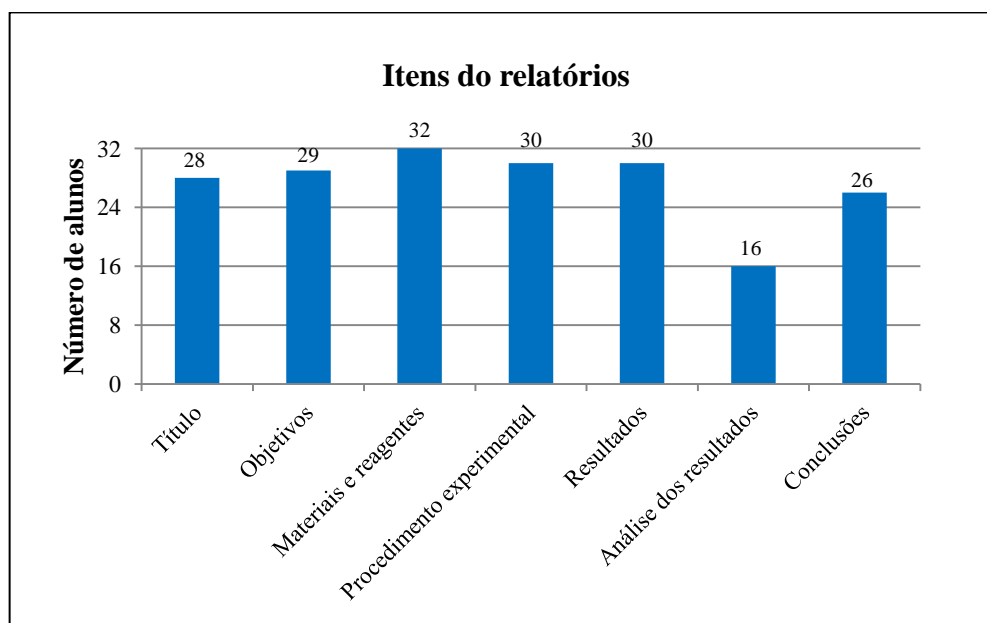


Gráfico 10 - Número de alunos que contemplaram cada um dos itens do relatório.

Somente o item materiais e reagentes estava presente nos trinta e dois relatórios, e apenas dezesseis apresentaram a análise dos resultados. Esses dados indicam a dificuldade encontrada pelos estudantes em analisar e discutir informações numa perspectiva científica, que exige a organização das ideias e esforço pessoal. De acordo com Rivard e Straw (2000), explicar ou escrever algo requer que o estudante refine seu pensamento, organize e consolide suas ideias, entretanto, é perceptível a sua resistência em atividades desse tipo. O item materiais e reagentes foi contemplado por todos os estudantes por não exigir grandes esforços além da observação e anotação. A seguir discutiremos cada um dos itens do relatório.

Em relação ao **título**, dez estudantes o apresentaram como “Calorímetro de água”, sendo esse facilmente elaborado, uma vez que a atividade experimental proposta utiliza este instrumento. Alguns estudantes redigiram o título na forma interrogativa como “Você sabe

quantas calorias tem o que você ingere?” (estudante 16) ou “Como funciona um calorímetro de água?” (estudante 23), talvez essa seja uma estratégia encontrada pelos estudantes de torná-lo mais interessante e corrobora com a ideia de Bachelard (1996, apud FERREIRA *et al.*, 2010) de que o conhecimento é a resposta de alguma pergunta. Outros títulos foram:

Estudante 3: Estudo da energia dos alimentos através do calorímetro.

Estudante 10: Calculando as calorias.

Estudante 25: Atividade experimental com o calorímetro.

Estudante 17: $Q = m.c.\Delta T$, a calorias dos alimentos.

Estudante 12: Uma forma de medir as calorias dos alimentos.

Estudante 27: Termômetro: o xeque-mate do calorímetro.

Os títulos elaborados fazem menção a diferentes momentos da atividade experimental. O estudante 3, de uma maneira geral, contempla a proposta do experimento através do seu título, os estudantes 10 e 25 se referem ao objetivo da atividade experimental, que era a determinação das calorias dos alimentos por meio do calorímetro. Já o estudante 17, menciona em seu título a equação matemática utilizada para a quantificação das calorias dos alimentos, o título do aluno 12 evidencia que o experimento abordou uma forma de medir a energia dos alimentos e para o estudante 27 o termômetro é o material mais importante do calorímetro, isso pode ser devido à importância da variação de temperatura nesse experimento.

Sobre o segundo item do relatório, os **objetivos**, os estudantes apresentaram textos com ideias bem organizadas, demonstrando o entendimento da proposta. Apenas três estudantes não formularam os objetivos para esta atividade experimental. Observamos que em ambientes diferentes da sala de aula tradicional, por exemplo, o laboratório, alguns estudantes apresentaram maiores dificuldades de concentração, o que pode ter ocasionado o esquecimento desse item do relatório.

No entanto, a maioria dos estudantes elaborou objetivos para seu relatório, alguns foram:

Estudante 1: O experimento teve como objetivo principal mostrar aos alunos como construir um calorímetro e a partir dele medir as calorias dos alimentos.

Estudante 5: Construir um calorímetro de água e medir a energia dos alimentos propostos.

Estudante 7: Este experimento tem como objetivo medir o calor produzido na queima de alguns alimentos (no caso a noz).

Estudante 12: Determinar as calorias dos alimentos.

Estudante 13: A objetividade do experimento é mostrar como funciona e construir um calorímetro de água, para medir as calorias dos alimentos, sendo assim, identificar e analisar com os alunos as calorias dos alimentos. O alimento utilizado como pesquisa foi uma noz.

Estudante 16: Os objetivos do trabalho em laboratório são listados a seguir:

1. Montar um calorímetro;
2. Através dele, medir a caloria dos alimentos;
3. Verificar os resultados, comparando se os cálculos obtidos pelo experimento são os mesmos que a literatura apresenta.

Estudante 31: Construir um calorímetro de água.

É interessante ressaltar que a única orientação fornecida aos estudantes foi em relação aos itens que deveriam constar nos relatórios, desta forma não houve nenhum tipo de intervenção na linguagem ou tempo verbal apresentada nos textos. Analisando os relatórios, verificamos que todos os objetivos foram apresentados na forma infinitiva, o que demonstra certo conhecimento dos estudantes com algumas formalidades dos trabalhos acadêmicos.

Com relação ao item **materiais e reagentes**, os estudantes não encontraram grandes dificuldades, sendo que esse estava presente em todos os relatórios.

O item **procedimento experimental** estava presente em trinta relatórios, dentre esses, onze apresentaram as etapas do experimento de maneira resumida e sem muitos comentários, como:

Estudante 19: Manter o alimento fixado no calorímetro e queimar.

Estudante 2: Queimar o alimento bem, até o fogo apagar. Observar a diferença de temperatura no termômetro e fazer o cálculo.

Esses estudantes foram bastante sucintos, não explicando todas as etapas do procedimento experimental, de forma que não corresponderam com a proposta da atividade que era a de auxiliá-los no desenvolvimento da habilidade de produção de textos e argumentação científica.

A escrita é reconhecida como um importante instrumento de aprendizagem, pois requer um pensamento reflexivo que estimula a reorganização de ideias e, por consequência aumenta o entendimento do tema estudado (FRANCISCO JUNIOR e GARCIA JUNIOR, 2010). Neste sentido, dezenove estudantes apresentaram uma boa redação em relação ao

procedimento experimental, com uma sequência ordenada de ideias, o que exigiu esforço cognitivo e contribuiu para a sua aprendizagem. Alguns desses procedimentos experimentais estão descritos a seguir:

Estudante 5: Pesar o alimento na balança ($m = 4,1 \text{ g}$).
 Medir a temperatura inicial da água ($T = 15 \text{ }^\circ\text{C}$).
 Colocar fogo no alimento que fica sobre o vidro de relógio e cravado no clipe.
 Isolar o fogo com a lata para que o calor não se espalhe.
 Esperar queimar todo o alimento e verificar quanto foi a temperatura final do termômetro ($T = 94 \text{ }^\circ\text{C}$).
 Fizemos o cálculo pela fórmula $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$.

Estudante 7: 1º passo - Prender as garras no suporte uma em cima e outra um pouco mais em baixo.
 2º passo - Na garra de cima prender o termômetro e na de baixo prender o erlenmeyer.
 3º passo - Colocar 100 g de água no erlenmeyer.
 4º passo - Fixar o alimento no clipe (que está preso no vidro de relógio).
 5º passo - Encostar o termômetro na água e colocar o clipe em baixo do erlenmeyer já com a noz.
 6º passo - Colocar fogo no alimento e por a lata em volta para não perder calor.
 7º passo - Usar a fórmula $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ para achar as calorias, depois dividir o resultado pela massa do alimento, com esse novo resultado dividir por 1000 para chegar no final com a unidade certa Kcal/g.

Estudante 23: Colocar no suporte duas garras, uma delas com o termômetro e a outra com o erlenmeyer com 100 mL de H_2O , tendo embaixo o vidro de relógio com o clipe. Colocar o alimento (noz) no clipe, baixar o termômetro até a água sem encostar no recipiente. Colocar a lata em volta do alimento, impedindo que o calor do alimento se espalhe. Logo, acender o alimento e observar o que acontece.

Os textos dos estudantes evidenciam que os mesmos compreenderam as etapas do experimento, cumprindo com essa parte da proposta. Os procedimentos experimentais dos estudantes 5, 7 e 23 são estruturados de formas diferentes, isso se deve a liberdade dada pelos pesquisadores para que os alunos pudessem expressar suas ideias, sem um roteiro ou um tempo verbal previamente definido. Em relação aos verbos utilizados, esses estudantes apresentaram o procedimento experimental na forma infinitiva, o que não ocorreu com os textos dos alunos 16 e 18, comprovando a autonomia oferecida aos estudantes para a produção dos seus textos.

Estudante 16: Logo após colocarmos os materiais em seus lugares, montando o calorímetro, colocamos fogo no alimento (neste caso o alimento era uma noz) que estava abaixo do recipiente com água e o termômetro. Isolamos o fogo com uma lata para que não ocorra perda de calor para o meio e esperamos até que o alimento esteja totalmente queimado para verificarmos a temperatura final e iniciarmos os cálculos. Com todas as informações, calculamos a quantidade de calor por $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ e dividimos o resultado pela massa do alimento.

Estudante 18: Primeiro montamos o calorímetro, colocamos água no erlenmeyer, medimos a temperatura ambiente e queimamos o alimento, tomando cuidado para evitar excessivas perdas de calor para o ambiente, assim o isolamos com a lata. Após medimos a temperatura marcada pelo termômetro e subtraímos da inicial, extraindo todos os dados, fomos na fórmula $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ e encontramos o valor em calorias. Dividimos o valor encontrado pela massa medida inicialmente do alimento e após dividimos por 1000 para chegar a Kilocalorias.

Podemos observar que os textos dos estudantes 16 e 18 estão escritos na terceira pessoa do plural, evidenciando que foram sujeitos da ação e participaram de todas as etapas dessa atividade experimental demonstrativa.

No item **resultados**, presente em trinta relatórios, os estudantes não encontraram muitas dificuldades, uma vez que o cálculo realizado exigia a simples aplicação de uma fórmula.

Segundo Rivard e Straw (2000), uma estratégia pedagógica permeada pela discussão de ideias e pela escrita pode aumentar a aprendizagem mais do que quando utilizadas separadamente. Nesta perspectiva, foi solicitado aos estudantes que analisassem os resultados obtidos anteriormente. Apesar de somente metade da turma (dezesesseis estudantes) apresentar o item **análise dos resultados**, os textos foram bem elaborados com observações pertinentes. Algumas discussões levantadas foram:

Estudante 1: Medimos o valor calórico de uma noz e encontramos 1,9 Kcal/g. Valor muito próximo do apontado no livro⁴ que é de 1,84 Kcal. Por esse motivo, creio que o procedimento feito em aula é o mais próximo do real possível, já que o valor encontrado por nós é muito parecido com o que encontramos no livro do professor.

Estudante 5: De acordo com o livro, podemos ver que o experimento deu certo, pois os valores foram muito próximos. Com o nosso cálculo obtemos 1,9 Kcal/g e no livro tem o valor 1,84 Kcal/g.

Estudante 7: 1º - Se apertar o alimento após a queima ele vira farelo.

2º - O erlenmeyer fica preto por fora por causa da fumaça.

3º - O cheiro produzido na queima é muito forte.

4º - A água esquenta ligeiro e a temperatura sobe rápido.

Estudante 13: Depois que montamos o calorímetro e queimamos o alimento, notamos a elevação da temperatura e como o alimento é calórico.

As discussões levantadas pelos alunos foram consideradas satisfatórias, uma vez que esse tipo de atividade não deve ser comum para eles. Além disso, suas análises abrangeram

⁴ DOROSZ, P. **Tabelas de calorias e regimes de emagrecimento**. 4. ed. Tradução de Marcos Ikeda. Barueri: Editora Manole, 2006. Esse livro foi fornecido pelo pesquisador, pois os estudantes queriam comparar o valor obtido experimentalmente com o indicado pela literatura.

diferentes pontos de vista, como, por exemplo, o quantitativo, em relação aos estudantes que compararam o valor obtido com o descrito pela literatura e o observável, que remete aos alunos que discutiram os fatos observados que mais lhe chamaram a atenção.

O último item, **conclusões**, estava presente em vinte e seis relatórios e observamos que auxiliou os estudantes na interpretação dos resultados. Algumas conclusões apresentadas pelos estudantes foram:

Estudante 1: A turma pode concluir que se montarmos um calorímetro tomando todas as medidas possíveis para isolar o calor, com um termômetro preciso conseguimos sim medir as calorias dos alimentos sólidos.

Estudante 12: Portanto, o calorímetro de água pode nos mostrar a quantia de calorias que cada alimento possui, podendo seu resultado ser verdade ou não.

Estudante 16: Os objetivos foram alcançados, ou seja, conseguimos construir o calorímetro e medir a caloria do alimento em questão, obtendo resultados bem próximos aos que a literatura apresenta.

Estudante 31: Aprendemos a determinar as calorias de cada alimento quando sabemos a sua massa, nesse experimento em específico aprendemos para que serve e como funciona o calorímetro. Gostei muito da atividade, porque no segundo ano já tínhamos estudado a energia e o calorímetro e ninguém tinha entendido para que servem. O experimento deu muito certo, e a temperatura subiu muito com a queima da noz.

Analisando as conclusões dos relatórios, verificamos que os estudantes concluíram com explicações sobre o calorímetro ou retomando os objetivos iniciais da atividade experimental. Outro aspecto mencionado foi o pedagógico, no qual o estudante 31 atribuiu a essa atividade a compreensão dos conteúdos abordados.

A realização dessa atividade experimental auxiliou os estudantes na associação de conceitos abstratos da Química com aspectos do cotidiano, desta forma promovendo sua aprendizagem. Além disso, verificamos que o instrumento utilizado para a obtenção dos dados, o relatório, foi eficaz, pois permitiu uma análise das ideias dos alunos em relação aos conteúdos de Química, bem como aos aspectos da atividade experimental. Embora a maioria dos estudantes tenha apresentado uma redação resumida e muitas vezes com ideias confusas, os mesmos se empenharam na produção dos relatórios, fato que pode ter contribuído para o desenvolvimento da sua capacidade de produção textual.

5.4 Análise e discussão do estudo de caso “A saúde de Maria Eduarda”

O estudo de caso foi aplicado aos estudantes com o objetivo de promover competências e habilidades, como interpretação de textos, resolução de problemas e tomada de decisões. Para incentivar a discussão do caso, a turma foi dividida em quatro grupos, que deveriam produzir um texto com as possíveis soluções para o problema e escolher dois representantes para apresentarem em aula as considerações de todo o grupo. Os componentes de cada grupo estão representados na tabela 15.

Tabela 15 - Componentes de cada grupo.

Grupo	Componentes
1	1, 3, 9, 14, 19, 23, 27 e 30.
2	4, 7,8, 15, 20, 21, 25 e 26.
3	6, 10, 11, 12, 16, 22, 24e 32.
4	2, 5, 13, 17, 18, 29, 28 e 31.

Com base nos textos produzidos pelos estudantes, na apresentação dos grupos e na discussão em sala de aula, foram criadas categorias para a análise da aplicação do estudo de caso, sendo elas:

- Possíveis soluções para o problema proposto;
- A avaliação dos estudantes sobre o caso.

5.4.1 Possíveis soluções para o problema proposto

Para resolver um caso os estudantes devem passar por três etapas: identificação e definição do problema; acessar, avaliar e usar informações necessárias à sua solução; e por fim, apresentar a solução do problema (SÁ e QUEIROZ, 2009). Assim, podemos constatar que os quatro grupos atingiram esses três estágios, pois todos apresentaram soluções para o caso.

Em relação à primeira fase da resolução do caso, os estudantes identificaram o problema proposto pela situação, conforme podemos observar nos trechos a seguir:

Grupo 1: Nós temos que descobrir o que está prejudicando a saúde dela (*Maria Eduarda*), para isso temos que entender os dados do exame de sangue. Depois, temos que apontar as medidas que o médico deverá tomar para melhorar a saúde da Maria Eduarda.

Grupo 2: A gente é os amigos químicos da Maria Eduarda e vamos ajudá-la a descobrir o que está prejudicando a sua saúde.

Grupo 3: Temos que encontrar soluções para ajudar a melhorar a saúde da Maria Eduarda. Vamos ter que pesquisar e analisar o exame de sangue dela, para descobrir o que ela tem.

Grupo 4: O problema é a saúde dela (*Maria Eduarda*) temos que descobrir porque ela não está bem.

Os grupos não apresentaram dificuldades na interpretação do problema, isso se deve por esse caso ser considerado “estruturado”, segundo a classificação de Sá (2010). Neste tipo de estudo de caso, o problema a ser solucionado é de fácil detecção, e pode apresentar várias alternativas de solução, cabendo ao estudante a tarefa de optar pela mais viável.

Sobre a segunda etapa da resolução, os estudantes utilizaram várias fontes bibliográficas em sua pesquisa. Essa constatação foi realizada em aula, pois foi fornecido um tempo para consultas em livros, textos de divulgação científica, artigos científicos e materiais eletrônicos. Além disso, na aula referente à apresentação das soluções de cada grupo, alguns estudantes comentaram que utilizaram os dados dos exames de sangue de amigos, vizinhos ou parentes para comparar com os índices apresentados pelo estudo de caso. Portanto, a pesquisa bibliográfica é uma das características centrais desse método, uma vez que requer que o próprio estudante acesse, avalie e use as informações para solucionar os problemas (SILVA *et al.*, 2011; SÁ e QUEIROZ, 2009).

Enfim, para apresentação da solução do problema, os estudantes aplicaram seus conhecimentos de Química e apuraram informações realmente relevantes para o caso.

A solução do problema exigiu que os estudantes formulassem hipóteses, parte essencial de uma pesquisa. Para Cachapuz *et al.* (2011) a hipótese tem um papel de articulação e de diálogo entre as teorias, as observações e as experimentações, servindo de guia à própria investigação. Algumas hipóteses levantadas pelos grupos foram:

Grupo 2: Comparando os níveis dos componentes do sangue da Maria Eduarda com os padrões, percebemos que todos estão fora da faixa de normalidade. Isso pode ser por causa da má alimentação que vem tendo, ou também por não ter tempo para exercícios físicos.

Grupo 3: A Maria Eduarda está com todos os componentes do sangue alterados. Temos duas possibilidades para a causa desse problema: a primeira pode ser a alimentação errada e a segunda pode ser alguma doença. Já as tonturas e dores de cabeça podem ser por causa da falta de nutrientes ou ela pode estar grávida.

Esses textos confirmam a ideia de Cachapuz *et al.* (2011) que as hipóteses são os guias de uma pesquisa.

Nessa metodologia, o elemento central do processo de aprendizagem são os problemas, os dilemas, os casos a serem solucionados (SILVA *et al.*, 2011). Desta forma, a aplicação dos conteúdos químicos na tentativa de encontrar soluções para o caso de Maria Eduarda, favoreceu a aprendizagem dos estudantes. Alguns textos produzidos pelos grupos foram:

Grupo 1: Pesquisando descobrimos que alimentos com frituras (pastel, hambúrguer...) possuem ácidos graxos trans. Os lipídeos que podem ser formados por esse tipo de ácido, que afeta o coração e causa o cansaço que a Maria Eduarda sente. A tontura e a visão fraca é falta da substância química retinol presente na vitamina A, que é encontrada na cenoura, espinafre e fígado de animal.

Grupo 2: A Maria Eduarda come muito doce. Os doces são formados por açúcares, que são um tipo de carboidrato, que quando em excesso ficam no sangue e causam uma doença conhecida como diabetes. O principal açúcar encontrado nos doces é a sacarose (um dissacarídeo) que se quebra em glicose e frutose, por isso que a Maria Eduarda está com a glicose acima do normal. Para baixar essa quantidade de glicose, ela deve diminuir os carboidratos como os doces, as massas e os pães.

Grupo 3: O exame de sangue dela (*Maria Eduarda*) nos informa que ela está se alimentando muito mal. Estudamos que os alimentos fornecem importantes substâncias para as pessoas e que devemos ter uma alimentação saudável, fazer atividades físicas também pode ajudar. A melhor maneira de manter os níveis adequados de colesterol é se exercitar e comer bem. Procuramos alguns alimentos que ajudam a manter o bom colesterol e baixar o mau colesterol: frutas, vegetais, feijões e comer frango ou peixes ao invés de carne vermelha. Então, percebemos que a Maria Eduarda deve comer um pouco de tudo e evitar excessos, tem que comer todos os nutrientes como carboidratos, proteínas, vitaminas e lipídeos, pois eles fornecem substâncias importantes para a nossa vida.

Grupo 4: Analisando os exames de Maria Eduarda podemos notar que eles não tiveram um bom resultado. Sua alimentação não está balanceada e com certeza ela deve ingerir mais do que as 2.100 Kcalorias indicadas para a sua idade. A alimentação dela está fora dos padrões estabelecidos pela OMS na pirâmide dos alimentos, pois os carboidratos são o tipo de alimento que ela mais consome.

A função do ensino de Química deve ser a de desenvolver a capacidade de tomada de decisão, o que implica a necessidade de vinculação do conteúdo trabalhado com o contexto social em que o aluno está inserido (SANTOS e SCHNETZLER, 1996). Podemos perceber

que o caso possibilitou a aplicação e discussão dos conteúdos científicos a partir do problema proposto e que para os estudantes proporem possíveis soluções, tiveram que tomar decisões fundamentadas nos conceitos científicos aprendidos na escola.

Em relação às providências que o médico de Maria Eduarda deverá tomar, dois grupos apresentaram suas opiniões:

Grupo 1: O Dr. Pedro deverá recomendar que a Maria Eduarda se alimente melhor e faça exercícios físicos. Ela deve parar de comer besteiras e doces fora de hora, já que sua glicose está 110 mg/dL e o normal é de 70 - 100. Também deve ter uma alimentação variada com todos os tipos de nutrientes, e rica em vitamina A para melhorar sua visão.

Grupo 4: Para não utilizar medicamentos no tratamento da Maria Eduarda, o médico deverá mandar ela mudar seus hábitos alimentares. O médico pode fazer uma dieta para ela com todas as vitaminas e nutrientes que ela precisa.

Nos textos produzidos é evidente a apropriação de termos como nutrientes, carboidratos, lipídeos, proteínas e vitaminas, o que demonstra certa familiaridade dos estudantes com esses conceitos. Embora, estejam presentes nas produções dos alunos, muitas vezes, esses conceitos não são empregados corretamente, como, por exemplo, no trecho do grupo 4, no qual os estudantes fazem menção a nutrientes e as vitaminas, como se as vitaminas não fossem um tipo de nutriente.

Ao final dessa atividade todos os grupos apontaram a alimentação como causa ou uma das causas dos problemas de saúde de Maria Eduarda, e propuseram diversas soluções para o caso, cumprindo com a proposta inicial da metodologia de ensino. De acordo com Cardoso e Colinvaux (2000) o ensino da Química deve-se ao fato de possibilitar ao homem o desenvolvimento de uma visão crítica do mundo que o cerca, podendo analisar, compreender e utilizar este conhecimento no cotidiano, tendo condições de interferir em situações que contribuem para sua qualidade de vida.

5.4.2 Avaliação dos estudantes sobre o caso

A avaliação dos estudantes sobre o estudo de caso “A saúde de Maria Eduarda” ocorreu durante a apresentação dos grupos e as suas opiniões foram registradas através de anotações feitas pelo pesquisador. Apesar de somente dois integrantes de cada grupo

apresentarem as soluções para o caso, essa aula promoveu muitas discussões e a participação de toda a turma.

O estudo de caso “A saúde de Maria Eduarda” foi uma ferramenta motivadora do ensino de Química. Por meio das situações problemáticas propostas, os estudantes sentiram-se motivados a pesquisar soluções para o caso:

Estudante 5: Ao discutirmos sobre a saúde da Maria Eduarda, nos perguntávamos o que poderia estar causando esses problemas nela?

Estudante 17: O mais legal era ir achando as soluções para os sintomas dela. O mais fácil foi o da baixa visão à noite, que é causado pela deficiência de vitamina A.

Uma das habilidades desenvolvidas pelo caso proposto foi à busca de informações em diferentes fontes. Os estudantes ressaltaram em suas falas que aprenderam a fazer pesquisas bibliográficas e que essas contribuíram muito para a resolução do problema, isso pode ser observado nos trechos a seguir:

Estudante 17: Pesquisamos em vários livros, sites e artigos científicos. No começo, sentimos dificuldades pela linguagem utilizada, mas no final fomos nos acostumando.

Estudante 24: Nunca pesquisamos em tantas coisas diferentes, mas isso foi essencial para conseguirmos encontrar uma solução para os problemas da Maria Eduarda.

Outro aspecto a ser considerado é a identificação dos estudantes com os personagens do caso e com o problema proposto. De acordo com Sá e Queiroz (2009) as narrativas que devem ser solucionadas devem estar relacionadas com o contexto social e/ou profissional no qual os alunos estão imersos.

Estudante 5: A Maria Eduarda se parece muito comigo, a única diferença é que em vez de direito, quero cursar Farmácia.

Estudante 26: Nós vivemos os mesmos problemas da Maria Eduarda, também temos a pressão do vestibular e às vezes, ficamos doentes também e, isso nos atrapalha.

Encontrar metodologias de ensino que ajudem os estudantes a realizarem atividades que levam em consideração suas experiências, interesses e estimulem a tomada de consciência e participação nas decisões de caráter sócio-científico são de vital importância para um bom encaminhamento da educação básica no país (SILVA da *et al.*, 2011). Desta forma, constatamos que o estudo de caso motivou os estudantes e desenvolveu habilidades como

interpretação de problemas e investigação de soluções, auxiliando-os na capacidade de tomada de decisões, componente necessário para uma formação cidadã.

5.5 Análise e discussão do encerramento das atividades

Com o intuito de retomar as questões iniciais e detectar os avanços alcançados pela turma, foi solicitado aos estudantes que produzissem um texto utilizando as palavras: alimento(s), Química, energia, macronutrientes, micronutrientes e saúde. Alguns textos produzidos pelos estudantes foram:

Estudante 1: Aprendemos que os **alimentos** são a nossa fonte de **energia**. Os **alimentos** são constituídos por substâncias **químicas** que podem ser classificadas como **macronutrientes** ou **micronutrientes**. Um importante **macronutriente** é a proteína que pode ser encontrada em grande quantidade na carne, e tem papel essencial no nosso organismo como o de reserva. Dos **micronutrientes**, o tipo mais importante é as vitaminas. Uma vitamina que deve ser ingerida porque faz bem para a nossa **saúde** é a vitamina C, que é encontrada no limão e na laranja e se ingerida em excesso não tem muito problema, pois é hidrossolúvel.

Estudante 2: A **Química** nos ensinou a importância dos **alimentos** para a nossa **saúde**, devemos nos alimentar bem e comer carboidratos, proteínas e lipídeos que são os **macronutrientes**, e não podemos esquecer dos **micronutrientes** que são as vitaminas e os sais minerais. Devemos ter uma alimentação saudável e não exagerar na quantidade para não ultrapassar o limite de **energia** recomendado.

Estudante 10: O que aprendi? Aprendi muita coisa, mas vou resumir em algumas palavras, os **alimentos** com seus **macronutrientes** e **micronutrientes** são necessários para a nossa **saúde**, é através deles que temos **energia** para nos movimentar e aprender mais **Química**.

Estudante 14: Em nossas aulas sobre a **Química** dos **alimentos** aprendemos bastante sobre a sua composição química e **energia**, que antes não conhecíamos detalhadamente. Os **alimentos** foram estudados e suas estruturas químicas analisadas para podermos ter mais conhecimento sobre o que estamos ingerido e desta forma ter um estilo de vida mais **saudável**.

Estudante 16: A **Química** não só faz parte das nossas vidas, é parte dela. Os **alimentos** nos fornecem os **macronutrientes** e **micronutrientes** que são quebrados no nosso organismo. A transformação desses nutrientes nos confere **energia** para nos movimentarmos, pensarmos e assim continuarmos a vida com **saúde**, buscando alcançar nossos objetivos.

Estudante 20: Para termos **saúde** e **energia** precisamos nos alimentar adequadamente. Os **alimentos** são formados pelos **macronutrientes** e **micronutrientes**, que devem ser consumidos com moderação. Tudo isto está relacionado com a **Química**, que por traz das fórmulas e símbolos pode nos levar a uma vida melhor.

Estudante 21: Nas aulas descobrimos que a **Química** e os **alimentos** nos fornecem **energia** e **saúde**. Por isso devemos comer os **macronutrientes** e os **micronutrientes**.

Estudante 31: Aprendemos que a **Química** está no nosso dia a dia e que pode ser muito divertida e diferente, e não chata e monótona. As aulas foram de um jeito diferente que nos envolve, tratando de assuntos diversos, que geralmente nos motivam. Hoje em dia eu vejo os **alimentos**, a **Química**, a **energia**, os **macronutrientes**, os **micronutrientes** e a **saúde** de uma forma diferente.

Analisando os textos, verificamos que o instrumento utilizado durante o encerramento das intervenções e baseado em uma atividade proposta por Cachapuz *et al.* (2011), permitiu que os estudantes retomassem os conteúdos aprendidos no desenvolvimento da pesquisa. Podemos observar que nos textos apresentados, os alunos têm uma ideia clara da composição química dos alimentos e da energia fornecida por eles, os dois principais tópicos abordados nas intervenções.

Por intermédio dos textos produzidos, detectamos que os estudantes se expressaram com suas próprias palavras e aplicaram os conteúdos científicos aprendidos. De acordo com Krasilchick e Marandino (2007) o cidadão cientificamente alfabetizado é capaz de identificar o vocabulário da Ciência, compreender os conceitos e utilizá-los para enfrentar desafios e refletir sobre o seu cotidiano.

CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A questão **“Como a temática “Alimentos”, através da abordagem da sua composição química e energia, pode contribuir para a aprendizagem da Química e auxiliar no desenvolvimento da consciência cidadã por parte dos alunos?”** foi o ponto de partida das atividades desenvolvidas nesta pesquisa e respondida no desenvolvimento desse trabalho. Entretanto, neste momento, parte final da dissertação, outra questão nos faz refletir: **“Será que conseguimos através da temática “Alimentos” contribuir para a formação química e cidadã dos estudantes?”**. Acreditamos que sim.

Este trabalho foi aplicado em uma turma da 3ª série do ensino médio de uma escola pública da cidade de Santa Maria - RS - Brasil, em que a temática “Alimentos” foi geradora do conhecimento químico. Os alimentos foram relacionados com o conteúdo de energia e por meio da análise das estruturas químicas de seus componentes foram abordadas as funções orgânicas e bioquímicas. A partir do tema “Alimentos” utilizamos metodologias de ensino capazes de auxiliar no desenvolvimento de habilidades e competências essenciais para uma formação cidadã tais como: interpretação e produção de textos, resolução de problemas, elaboração de hipóteses, aplicação dos conhecimentos científicos no cotidiano, entre outros. De acordo com Santos *et al.* (2007), procura-se através da abordagem temática desenvolver valores e atitudes comprometidos com a cidadania.

Inicialmente, foram analisados em relação à abordagem da temática “Alimentos” os principais livros didáticos de Química utilizados pelos professores do RS até o fim do ano de 2011 e uma das cinco coleções aprovadas pelo PNLD-2012. Todos os livros apresentaram a temática na tentativa de relacionar os conceitos químicos com o cotidiano, e detectamos duas formas em que essa contextualização ocorre. A primeira maneira simplesmente exemplifica ou descreve cientificamente os fatos do cotidiano, enquanto que a segunda propõe atividades e leituras que auxiliam na formação científica e pessoal dos estudantes. Essa pesquisa revelou que os professores de ensino médio possuem subsídios para contextualizarem a Química por meio da temática “Alimentos”. Além disso, constatamos que a série de livros didáticos aprovada pelo PNLD-2012 contextualiza a Química de uma maneira mais eficiente, pois propõe leituras, atividades e reflexões que utilizam a Química associada a aspectos sociais relevantes voltados para uma formação de cidadãos cientificamente alfabetizados.

Para o desenvolvimento das atividades propostas neste trabalho, procuramos conhecer melhor os sujeitos da pesquisa e suas opiniões em relação à Química e aos alimentos. Os instrumentos utilizados para levantar as concepções dos alunos foram questionários diagnósticos e através da análise das respostas, constatamos que todos os estudantes relacionaram a Química com algum momento ou parte de sua vida, sendo as respostas bastante variadas. Sobre as atividades experimentais, eles as conferem um caráter facilitador, ou seja, pelas suas afirmações, parece que é mais fácil aprender Química através de aulas práticas, comprovando a motivação e interesse provocados por esse tipo de atividade. Em relação à temática “Alimentos”, verificamos que os estudantes apresentaram um conhecimento inicial sobre sua composição química e o porquê os seres humanos devem se alimentar. Também detectamos a dificuldade dos estudantes em expressar suas ideias nas respostas e textos produzidos, o que pode ser consequência da falta de hábito com exercícios no qual devem dissertar sobre suas ideias e opiniões.

Apesar das concepções dos estudantes serem incompletas ou mesmo equivocadas para a Ciência servirem, juntamente com as hipóteses iniciais dessa pesquisa, como um referencial para o planejamento das intervenções. Durante aproximadamente dois meses, nos períodos de Química, foram desenvolvidas duas oficinas temáticas e aplicado um estudo de caso. Os dados foram coletados através de questionários, produções textuais, exercícios, elaboração de relatórios e anotações realizadas pelo pesquisador durante as intervenções, e analisados conforme a análise textual discursiva.

As oficinas temáticas “Composição química dos alimentos” e “Alimentos, o combustível da vida” foram estruturadas nos três momentos pedagógicos. Nas oficinas temáticas as atividades são baseadas em experimentos, interligadas a partir de um tema gerador, que apresentam situações e problemas procurando encorajar a participação ativa dos estudantes (MARCONDES *et al.*, 2007). Desta forma, durante essas duas oficinas a aprendizagem dos conteúdos científicos pelos estudantes se deu através da descoberta da Química no seu cotidiano e da participação nas atividades experimentais propostas, que foram investigativas e demonstrativas. Essas atividades foram utilizadas com finalidades diferentes, por exemplo, a investigativa teve por objetivo desenvolver o gosto pela investigação e a elaboração de hipóteses, princípios fundamentais de uma pesquisa. Já o experimento demonstrativo, que teve o envolvimento dos estudantes na sua execução, procurou aprimorar a observação e auxiliar na organização das ideias através da produção de um relatório. Analisando os dados obtidos nessas duas oficinas temáticas podemos perceber a evolução do

pensamento químico dos estudantes e o desenvolvimento das competências e habilidades citadas anteriormente e consideradas importantes para o exercício da cidadania.

A fim de auxiliar os estudantes na interpretação de textos e promover a capacidade de identificação e resolução de problemas aplicamos o estudo de caso “A saúde de Maria Eduarda”. Nessa atividade, podemos observar a interação entre os estudantes para buscar respostas que solucionassem o caso. O estudo de caso proporcionou a aplicação dos conhecimentos químicos em situações reais, as quais muitas vezes faziam parte de suas rotinas. Outra vantagem do caso aplicado foi à identificação da turma com os problemas vivenciados pela personagem central que, como os estudantes, estava no último ano do ensino médio e com várias atividades durante o seu dia, dentre elas a preparação para o vestibular. Todos esses fatores contribuíram para a aprendizagem dos conteúdos de Química e favoreceram o trabalho em grupo, a capacidade de tomada de decisão e a interpretação de problemas reais, desta forma concretizando os objetivos dessa metodologia de ensino.

Neste trabalho, adotamos uma postura construtivista, que é caracterizada pela participação do estudante na construção do seu próprio conhecimento, tendo o professor como organizador e mediador das atividades desenvolvidas. As metodologias de ensino utilizadas permitiram a participação ativa dos estudantes em todas as intervenções realizadas na escola, capacitando-os a elaborarem hipóteses, observarem resultados, predizerem respostas, argumentarem com os pares e melhor compreenderem os conhecimentos científicos.

A temática “Alimentos” abrange vários conteúdos das Ciências Naturais, o que auxiliou na relação da Química com outras áreas do conhecimento. Além dos vários tópicos científicos, a abordagem desse tema permitiu a discussão de aspectos sócio-culturais, que possibilitaram uma maior compreensão desse assunto tão complexo e a reflexão dos estudantes em relação aos seus hábitos alimentares. A indiscutível presença dessa temática no dia a dia dá significado aos conhecimentos ensinados em sala de aula, sendo essencial para o bom desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes (BRASIL, 1998). Assim, os alimentos foram fonte do conhecimento químico e despertaram a curiosidade dos estudantes, no que se refere ao entendimento das estruturas químicas de seus constituintes e a energia liberada pelas inúmeras reações químicas que ocorrem em nosso organismo.

A relação da Química com o tema social “Alimentos” contribuiu para um ensino voltado para o desenvolvimento pessoal dos alunos, com a aplicação dos conteúdos de Química para a interpretação de situações cotidianas. Essa abordagem temática corrobora com a ideia de que a educação em Ciências deve perseguir ideais de cultura científica dos alunos, em oposição a lógica da mera aplicação de fórmulas ou instruções científicas (CACHAPUZ *et*

al., 2002), para que os conhecimentos aprendidos na escola permitam aos estudantes uma participação social esclarecida.

Portanto, os resultados obtidos nessa pesquisa nos permitem afirmar que o ensino de Química é favorecido com a utilização de temáticas e de metodologias de ensino que coloquem o aluno no centro do processo educativo. Por fim, esperamos que esta pesquisa contribua para área de ensino de Química e que possa auxiliar aqueles professores que estão à procura de novas estratégias para o desenvolvimento de suas aulas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉ, M. E. D. A. **Etnografia da prática escolar**. 5. ed. Campinas: Editora Papyrus, 2000.

ALAÚDE ED. **Nutrição: Alimentação Equilibrada e Organismo Saudável**. São Paulo: Alaúde Editora, 2006.

ANVISA – **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=193&word>>. Acesso em 20 jul. 2011.

APPLE, M. **Trabalho docente e textos: economia política das relações de classe e de gênero em educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

ARAÚJO, U. F. **Temas transversais e a estratégia de projetos**. São Paulo: Editora Moderna, 2003.

ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. **A didática das Ciências**. Tradução Magda S. S. Fonseca. 15. ed. Campinas: Editora Papyrus, 2011.

BAIRD, C. **Chemistry in your life**. 2. ed. Nova Iorque: W. H. Freeman and Company, 2006.

BORSOI, M. A. **Nutrição e dietética: noções básicas**. São Paulo: Editora Senac, 1995.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Atenção à Saúde. **Guia Alimentar para a População Brasileira - Promovendo uma Alimentação Saudável**. Ed. Especial. Brasília, 2005.

_____. Ministério da Educação. Secretária de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências Naturais**. Brasília, 1998.

_____. Ministério da Educação. Secretária de Ensino Básico. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2000.

_____. Ministério da Educação. Secretária de Ensino Básico. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**.

Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 2002.

_____. Ministério da Educação. Secretária de Ensino Básico. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. V. 2.** Brasília, 2006.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ D.; CARVALHO de, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (organizadores). **A necessária renovação do ensino de Ciências.** 2. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2011.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. F.; JORGE, M. P. **Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências.** Lisboa: Ministério da Educação, 2002.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. F.; JORGE, M. P. Perspectivas de Ensino das Ciências. In: A. Cachapuz (Org.). **Formação de Professores/Ciências.** Porto: CEEC, 2000.

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar Química. **Revista Química Nova,** São Paulo, vol. 23, n. 2, p. 401-404, 2000.

CARLOS, A. M. M.; SANTOS dos, C. V.; CALDERAN, A. P.; BRAIBANTE, M. E. F. *A Química do papel como tema motivador para a realização de oficinas temáticas.* **Anais do 31º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química.** Rio Grande, Rio Grande do Sul, 2011.

COSTA, A. G. V.; BRESSAN, J.; SABARENSE, C. M. *Ácidos graxos trans: alimentos e efeitos na saúde.* **Archivos Latinoamericanos de Nutrición,** vol. 56, n. 1, p. 12-21, 2006.

COULTATE, T. P. **Alimentos:** a química de seus componentes. Tradução por Jeverson Frazzon *et al.* 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. A. **Metodologia do Ensino de Ciências.** São Paulo: Editora Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e métodos.** 3. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2009.

DOROSZ, P. **Tabelas de calorias e regimes de emagrecimento.** 4. ed. Tradução de Marcos Ikeda. Barueri: Editora Manole, 2006.

Referências Bibliográficas

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. de. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 32, n. 2, p. 101-106, mai., 2010.

FERREIRA, M.; WORTMANN, M. *PCNs e as Orientações para a mudança no Ensino de Química*. **Anais da 30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. Águas de Lindóia, São Paulo, 2007.

FERREIRA, M.; MORAIS, L. NICHELE, T. Z.; DEL PINO, J. C. **Química orgânica: ensino médio**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2007.

FELTRE, R. **Química**. Vol. 1. 6. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2004.

_____. **Química**. Vol. 2. 6. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2004.

_____. **Química**. Vol. 3. 6. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2004.

FIORUCCI, A. R.; SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. A importância da vitamina C através dos tempos. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 17, p. 3-7, mai., 2003.

FONSECA, M. R. M. da. **Completamente Química: Química Geral**. São Paulo: Editora FTD, 2001.

_____. **Completamente Química: Físico-química**. São Paulo: Editora FTD, 2001.

_____. **Completamente Química: Química Orgânica**. São Paulo: Editora FTD, 2001.

FRANCISCO JR., W. E.; FRANCISCO, W. Proteínas: Hidrólise, Precipitação e um Tema para o Ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 24, p. 12-16, nov., 2006.

FREEDMAN, D. H. Como solucionar a crise da obesidade. **Revista Scientific American Brasil**, ano 9, n. 106, 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1987.

GEBELEIN, C. G. **Chemistry and our world**. Dubuque: Editora WCB, 1997.

GIORDAN, M. O papel da Experimentação no ensino de Ciências. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 10, p. 43-49, nov., 1999.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 31, n. 3, 2009.

GIPEC – Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências. **Alimentos: produção e consumo**. Ijuí: Editora Unijuí, 2006.

GÜNTHER, H. Pesquisa Qualitativa *Versus* Pesquisa Quantitativa: Esta É A Questão? **Revista Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, vol. 22, n. 2, p. 201-210, mai-ago, 2006.

HENDRICKSON, J. B.; CRAM, D. J.; HAMMOND, G. S. **Organic Chemistry**. 3. ed. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, 1970.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, vol. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisas**. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: maio de 2011.

IPIRANGA, L. Prefácio. In: LEME, M. J. P.; PERIN, M. L. F. **1,2... Feijão com arroz: educação elementar**. V.1. Brasília: FAE/MEC, 1995.

JIMÉNEZ, M. Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, vol. 16, n. 2, p. 203-216, 1998.

JOESTEN, M. D.; WOOD, J. L. **World of Chemistry**. 2. ed. United States of America: Saunders College Publishing, 1996.

JUNIOR FRANCISCO, W. E.; JUNIOR GARCIA, O. Leitura em Sala de Aula: Um caso Envolvendo o Funcionamento da Ciência. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 32, n. 3, p. 191-199, ago., 2010.

LAJOLO, M. Livro didático: Um (quase) manual de usuário. **Revista Em Aberto**, Brasília, ano 16, n. 69, p. 45-50, jan./mar., 1996.

LE COUTEUR, P.; BURRESON, J. **Os botões de Napoleão**: as 17 moléculas que mudaram a história. Tradução Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Editora Jorge Zahar, 2006.

LEHNINGER, A. L. **Lehninger princípios de bioquímica**. Tradução Arnaldo Antônio Simões, Wilson Roberto Navega Lodi. 4. ed. São Paulo: Editora Sarvier, 2006.

LOGUERCIO, R. de Q.; SAMRSLA, V. E. E.; DEL PINO, J. C. A dinâmica de analisar livros didáticos com professores de Química. **Revista Química Nova**, São Paulo, vol. 24, n. 4, p. 557-562, 2001.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: Editora EPU, 1986.

KRASILCHICK, M.; MARADINO, M. **Ensino de Ciências e cidadania**. 2. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2007.

MAIA, J. de O.; SÁ, L. P.; MASSENA, E. P.; WARTHA, E. J. O livro didático de Química nas concepções de professores de ensino médio da região sul da Bahia. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 33, n. 2, p. 115-124, mai., 2011.

MALDANER, O. A. **A Formação Inicial e Continuada de professores de Química – Professores/Pesquisadores**. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o Ensino de Química: Oficinas Temáticas para a Aprendizagem da Ciência e o Desenvolvimento da Cidadania. **Revista Em extensão**, Uberlândia, vol. 7, 2008.

MARCONDES, M. E. R.; SILVA, E. L.; TORRALBO, D.; AKAHOSHI, L. H.; CARMO, M. P.; SUART, R. C.; MARTORANO, S. A.; F. L. SOUZA. **Oficinas temáticas no Ensino Público: formação continuada de professores**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de Ciências: Problemas e Soluções. **Revista Ciência & Educação**, São Paulo, vol. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

MENDONÇA, R. J.; CAMPOS, A. F.; JÓFILI, Z. M. S. O conceito de Oxidação-Redução nos Livros Didáticos de Química Orgânica do Ensino Médio. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 20, p. 45-48, nov., 2004.

MERÇON, F. O que é uma Gordura Trans? **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 32, n. 2, p. 78-83, mai., 2010.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Guia de livros didáticos: PNLD 2012: Química**. Brasília, 2011.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Programa Nacional do Livro Didático. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12391&Itemid=668> Acesso em: 10 de jan. 2012.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, vol. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Revista Ciência & Educação**, São Paulo, vol. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MURRAY, R. K; GRANNER, D. K.; MAYES, P. A. **Harper: Bioquímica ilustrada**. 8. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 1998.

NEVES, A. P.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Interpretação de rótulos de alimentos no ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 31, n. 1, p. 34-39, fev., 2009.

OLIVEIRA, A. C.; PINHEIRO, A. N.; MEDEIROS, E. L. Estudo de Casos na formação de professores de Química. **Revista Química Nova**, São Paulo, vol. 33, n. 9, p. 1996-2002, 2010.

OLIVEIRA, R. J. de; SANTOS, J. M. A energia e a Química. **Revista Química Nova**, São Paulo, n. 8, p. 19-21, 1998.

PACHECO, M. **Tabela de Equivalentes, Medidas Caseiras e Composição Química dos Alimentos**. Rio de Janeiro: Livraria e Editora Rubio LTDA, 2006.

PALERMO, J. R. **Bioquímica da Nutrição**. São Paulo: Editora Atheneu, 2008.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; BRAIBANTE, H. T. S.; TREVISAN, M. C.; SILVA, G. S. *Análise da temática alimentos nos livros didáticos de Química*. **Anais da 34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. Florianópolis, Santa Catarina, 2011.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; TREVISAN, M. C. *Alimentos para abordar a Físico-química no ensino médio*. **Anais do XVIII Encontro de Química da Região Sul**. Curitiba, Paraná, 2010.

PÉREZ, F. F. G. Los modelos didácticos como instrumento de análisis y intervención em La realidad educativa. **Revista Electrónica de La Universidad de Barcelona**, Barcelona, n. 207, 2000. Disponível em: <<http://www.us.es/geocrit/b3w-207.htm>> Acesso em: 28 ago. 2011.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. do. **Química na abordagem do Cotidiano**. Vol. 1. 2. ed. São Paulo: Editora Moderna, 1998.

_____. **Química na abordagem do Cotidiano**. Vol. 2. 2. ed. São Paulo: Editora Moderna, 1998.

_____. **Química na abordagem do Cotidiano**. Vol. 3. 2. ed. São Paulo: Editora Moderna, 1998.

POMIN, V. H.; MOURÃO, P. A. S. Carboidratos. **Revista Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, vol. 39, n. 233, 2006.

POZO, J. I. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998.

QUEIROZ, S. L.; SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A. Estudos de Caso em Química. **Revista Química Nova**, São Paulo, vol. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2007.

REINEHR, C.; AUGUSTO-RUIZ, W. O colesterol na vida humana: estudos mais recentes. **VETOR – Revista de Ciências Exatas e Engenharias**, América do Sul, vol. 12, p. 79-99, 2002.

RIVARD, L. P.; STRAW, S. B. The effect of talk and writing on learning science, an exploratory study. **Science Education**, vol. 84, n. 5, p. 566-593, 2000.

SÁ, L. P. **A argumentação no ensino superior de Química**: investigando uma atividade fundamentada em estudos de casos. 2006. 152 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

SÁ, L. P. **Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no ensino superior de Química**. 2010. 278 p. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de São Carlos, 2010.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no Ensino de Química**. Campinas: Editora Átomo, 2009.

SAMRSLA, V. E. E.; LOGUERCIO, R. de Q.; DEL PINO, J. C. Livros Textos de Química: Análise na realidade dos docentes. **Revista Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, vol. 2, n. 2, p. 55-64, jul./dez, 1998.

SANIBAL, E. A. A.; MANCINI FILHO, J. Perfil de ácidos graxos *trans* de óleo e gordura hidrogenada de soja no processo de fritura. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, vol.24, n.1, p. 27-31, 2004.

SANTOS, W. L. P. dos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Revista Ciência & Ensino**, Campinas, vol. 1, n. especial, nov., 2007. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/149>> Acesso em: 10 set. 2011.

SANTOS, W. L. P. dos. Resenha: Estudo de Casos no ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 31, n. 4, nov., 2009.

SANTOS W. L. P. dos; MÓL, G. de S. (coords.). **Química cidadã**: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais. Vol. 1. 1. ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

_____. **Química cidadã**: reações químicas, seus aspectos dinâmicos e energéticos; água e energia. Vol. 2. 1. ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

_____. **Química cidadã**: química orgânica, eletroquímica, radioatividade, energia nuclear e a ética da vida. Vol. 3. 1. ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

SANTOS, W. L. P. dos, MÓL, G. de S.; SILVA, R. R. da; CASTRO, E. N. F. de; SILVA, G. de S.; MATSUNAGA, R. T.; FARIAS, S. B.; SANTOS, S. M. de O.; DIB, S. M. F. Química e Sociedade: Uma Experiência de Abordagem Temática para o Desenvolvimento de Atitudes e Valores. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 20, p. 11-14, nov., 2004.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. **Educação Química: compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. Função social: O que significa ensino de Química para formar cidadão? **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 4, p. 28-34, nov., 1996.

SCHERR, C.; RIBEIRO, J. P. O que o cardiologista precisa saber sobre gorduras trans? **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, vol. 90, n. 1, p. e4-e7, 2007.

SCHNETZLER, R. P. Um estudo sobre o tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros dirigidos ao ensino secundário de Química de 1875 a 1978. **Revista Química Nova**, São Paulo, p. 6-15, jan., 1981.

SERRA, F.; VIEIRA, P. S. **Estudos de Casos: como redigir, como aplicar**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2007.

SILVA, M. V. **Consumo de alimentos, programas de suplementação e estado nutricional de escolares**. Curso de atualização em alimentação e nutrição para professores da rede pública de ensino. São Paulo: FAPESP, 2000.

SILVA, O. B. da; OLIVEIRA, J. R. S. de; QUEIROZ, S. L. SOS Mogi-Guaçu: Contribuições de um Estudo de Caso para a Educação Química no Nível Médio. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 33, n. 3, ago., 2011.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. **Ensino de Química em foco: Experimentar sem medo de errar**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.

SNYDERS, G. **A alegria na Escola**. Tradução de Bertha Halpern Guzoivitz e Maria Cristina Caponero. São Paulo: Editora Manole, 1988.

SODRÉ, F. C. R. **Física para uma alimentação saudável**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica**. Vol. 1. Tradução de R. M. Matos e D. S. Raslan. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2005.

SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. **Colesterol da mesa ao corpo**. São Paulo: Livraria Varela, 2006.

STREITWIESER JR., A.; HEATHCOCK, C. H. **Introduction to Organic Chemistry**. Canadá: Editora Collier Macmillan, 1981.

SUART, R. C., MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de Química. **Revista Ciência & Cognição**, Rio de Janeiro, vol. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

TAVARES, L. H. W. Possibilidades de deformação conceitual nos livros didáticos de Química brasileiros: o conceito de substância. **Revista Eletrônica Enseñanza de las Ciencias**, vol. 8, n. 3, p. 1004-1018, 2009.

THIS, H. **Um cientista na cozinha**. 4. ed. Tradução de Marcos Bagno. São Paulo: Editora Ática, 2006.

USBERCO, J.; SALVADOR, E.; BENABOU, J. E. **A composição dos alimentos: a química envolvida na alimentação**. São Paulo: Saraiva, 2009.

VELLOSO, A. M. de S.; SÁ, L. P.; MOTHEO, A. de J.; QUEIROZ, S. L. Argumentos elaborados sobre o tema “corrosão” por estudantes de um curso superior de Química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 8, n. 2, 2009.

VOET, D.; VOET, J. G.; PRATT, C. W. **Bioquímica**. 3. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2006.

VOLLHARDT, K. P. C.; SCHORE, N. E. **Química Orgânica: estrutura e função**. 4. ed. Tradução de Ricardo Bicca de Alencastro. Porto Alegre: Editora Bookman, 2004.

WARTHA, E. J.; ALÁRIO-FALJONI, A. A contextualização do ensino de Química através do livro didático. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 22, nov., 2005.

Referências Bibliográficas

WILLETT, W. C.; SKERRETT, P. J. **Eat, drink, and be healthy:** The Harvard Medical School Guide to Healthy Eating. Nova Iorque: Editora Free Press, 2005.

WOLKE, R. L. **O que Einstein disse ao seu cozinheiro:** a ciência na cozinha. Tradução de Helena Londres. Rio de Janeiro: Editora Jorge Zahar, 2003.

APÊNDICES

Apêndice 1- Questionário diagnóstico.

Questionário Investigativo

Nome: _____

Idade: _____

1. Quais são suas expectativas quando concluir o ensino médio? Você sabe qual profissão deseja seguir? Comente.

2. Você gosta das disciplinas que estuda na escola? Qual(is) é(são) sua(s) disciplina(s) preferida(s)?

3. Para que servem os conteúdos que você aprendeu na escola? Você utiliza esses conhecimentos no seu dia a dia?

4. Você já teve aulas experimentais de Química? Caso sim, gostou? Caso não, gostaria de ter? Qual a importância para você da realização de atividades experimentais?

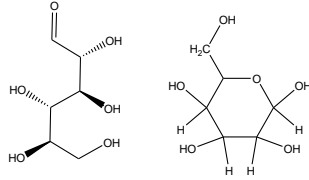
5. Em que momentos, objetos ou em qual parte da sua vida você acha que a Química está presente?

6. Você consegue relacionar os conteúdos de Química com os alimentos? Quais conteúdos?

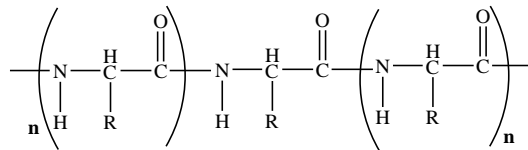
Obrigado pela participação!

Apêndices**Apêndice 2-** Exercício de identificação de funções orgânicas nas estruturas químicas de alguns alimentos.

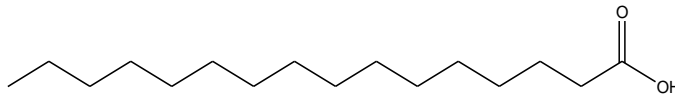
Nome: _____



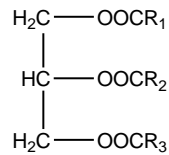
Grupos funcionais: _____



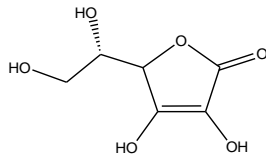
Grupos funcionais: _____



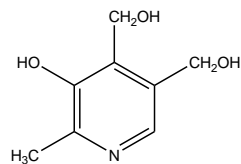
Grupos funcionais: _____



Grupos funcionais: _____



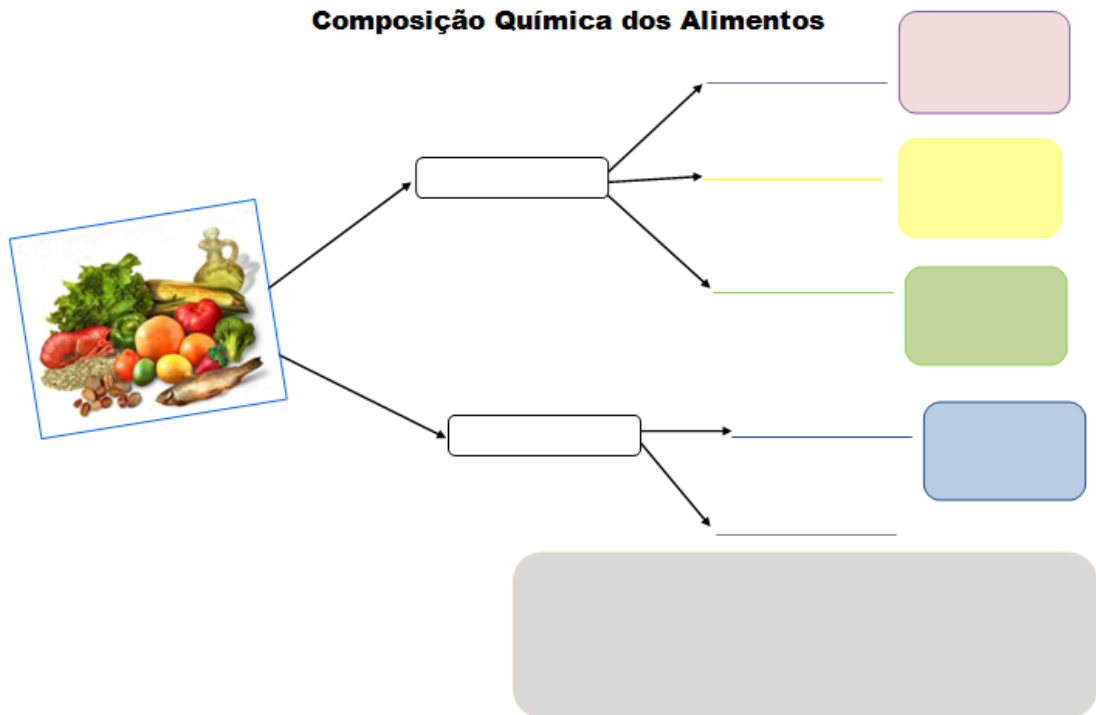
Grupos funcionais: _____



Grupos funcionais: _____

Apêndice 3- Guia da Oficina temática “Composição química dos alimentos”.

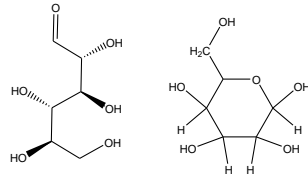
Alimentos: uma temática geradora do conhecimento químico



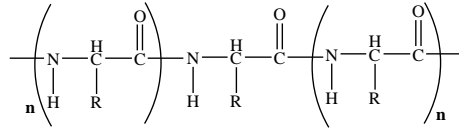
Apêndices

Apêndice 4- Exercício de verificação dos conhecimentos adquiridos.

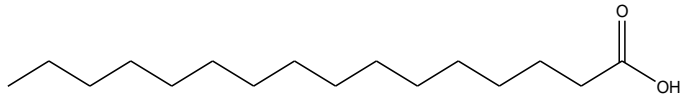
Nome: _____



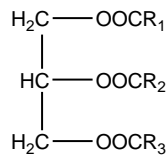
Características químicas: _____



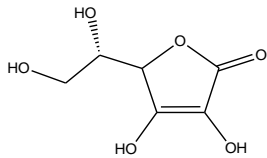
Características químicas: _____



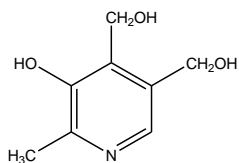
Características químicas: _____



Características químicas: _____



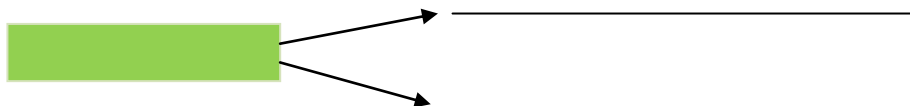
Características químicas: _____



Características químicas: _____

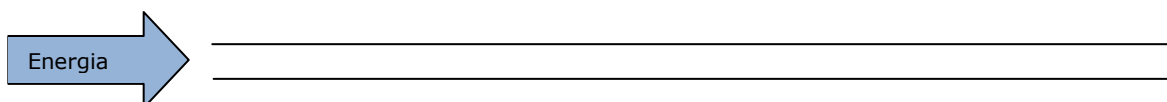
Apêndice 5- Guia da oficina temática “Alimentos, o combustível da vida”.*Alimentos: Combustível para vida*

De onde diariamente tiramos energia?



Alimento	Quantidade (g ou mL)	Caloria
Abacaxi	1 fatia 100g	49
Maçã vermelha	1 unid. 130g	77
Pão francês	1 unid. 50g	135
Pão de centeio	1 fatia 30g	70
Carne boi	1 porção 100g	222
Carne frango	1 porção 100g	220
Arroz	4 col. sopa 100g	124
Batata frita	2 col. sopa 50g	171
Chocolate	1 tablete 30g	160
Coca-cola	1 copo 200mL	78
Ovo frito	1 unid. 60g	108
Musse maracujá	2 col. sopa 50g	142
Energético	1 unid. 250mL	110
Cerveja	1 copo 300mL	126
Bolacha recheada	2 unid. 30g	150

Atividade	Calorias por min.	Calorias em 30 min.
Cozinhar	3,9	117
Dormir	1,2	36
Subir escadas	18	540
Descer escadas	6,9	207
Escrever sentado	1,8	54
Tomar banho	3,2	96
Caminhar acelerado	6,4	192
Futebol	10,4	312
Arrumar a cama	3,9	117
Hidroginástica	11,1	333
Musculação academia	15	450
Dançar	4,3	129

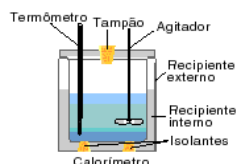


Calor é a forma mais comum de energia que acompanha as reações químicas.

Caloria é a quantidade de calor necessária para elevar 1°C (mais especificamente de 14°C para 15°C) a temperatura de 1g de água.

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

Como é medida a energia das reações químicas?



Quantidade de calor cedida é igual a Quantidade de calor recebida pela água.

$$Q_c = Q_r$$

Quantidade de calor recebida pela água é dada por:

$$Q = m.c. \Delta T$$

Apêndice 6- Atividade de encerramento.Alimentos: uma temática geradora do conhecimento químicoEncerramento

Hoje é nosso último encontro! Então, gostaria que você sintetizasse em algumas frases o que aprendeu em nossas aulas, para isso utilize as seguintes palavras: Alimento(s), Química, energia, macronutrientes, micronutrientes e saúde.

Obrigado pela participação!
Forte Abraço!