

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

Janessa Aline Zappe

**UNIDADES DIDÁTICAS DE QUÍMICA E PRÁTICA DOCENTE: QUAIS
RELAÇÕES?**

**Santa Maria, RS, Brasil
2016**

Janessa Aline Zappe

UNIDADES DIDÁTICAS DE QUÍMICA E PRÁTICA DOCENTE: QUAIS RELAÇÕES?

Tese apresentada ao Curso de Doutorado 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 título de **Doutora em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde**.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Inés Prieto Schmidt Sauerwein

Santa Maria, RS, Brasil

2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Zappe, Janessa Aline
Unidades didáticas de Química e prática docente: Quais relações? / Janessa Aline Zappe.- 2016.
240 p.; 30 cm

Orientadora: Inés Prieto Schmidt Sauerwein
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, RS, 2016

1. Conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais 2. Reflexão sobre a prática docente I. Sauerwein, Inés Prieto Schmidt II. Título.

Janessa Aline Zappe

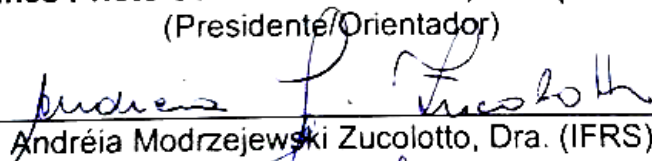
**UNIDADES DIDÁTICAS DE QUÍMICA E PRÁTICA DOCENTE: QUAIS
RELAÇÕES?**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado 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 título de **Doutora em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde**.

Aprovado em 15 de agosto de 2016:



Inés Prieto Schmidt Sauerwein, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



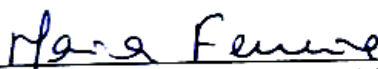
Andréia Modrzejewski Zucolotto, Dra. (IFRS)



Claudia Smaniotto Barin, Dra. (UFSM)



Lenira Maria Nunes Sepel, Dra. (UFSM)



Maira Ferreira, Dra. (UFPEL)

Santa Maria, RS
2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, por me guiar e me proteger ao longo da minha trajetória.

À Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de ampliar meus estudos, ao longo de 11 anos.

Agradeço à professora Inés, minha orientadora, pelos conhecimentos e vivências compartilhadas ao longo desse período; pela professora e pessoa que és, com a qual, certamente, ainda tenho muito a aprender.

Agradeço ao professor Ricardo, pelos momentos de trocas de conhecimentos e pela elaboração do *site* FISQUIM.

Às professoras Andréia Modrzejewski Zucolotto, Claudia Smaniotto Barin, Lenira Maria Nunes Sepel e Maira Ferreira que compuseram a banca, pela leitura e contribuições para o trabalho.

Agradeço à minha família, especialmente à minha mãe Izane, que foi minha maior companhia nesse tempo de estudo e “minhas mãos” para as tarefas. Ao meu irmão Ígor, grata pela companhia nas idas à Santa Maria e pela ajuda. Ao meu avô Ivo, pela preocupação com as minhas andanças. Ao Douglas, pela paciência e pelo apoio. À família da minha tia Liana e à família do Douglas, pela parceria em todos os momentos.

Aos meus amigos. Lembro em especial das amigas Fran, Lunara e Poliana, que me acompanharam nesse período; e Greice, por compartilhar minhas aflições e alegrias; e dos meus colegas da UFSM – Cachoeira do Sul: Amanda, Cíntia, Michelle, Grazi, Leandro e Camila, pela companhia alegre do dia a dia. Ao grupo de amigos do Botucaraí, que fizeram os meus finais de semana mais felizes.

Aos colegas do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências, pelos momentos de aprendizagem. Em especial, à Carla, minha colega de curso e de escola e acima de tudo, minha amiga, por toda a força e compreensão nesse período.

Às escolas por onde passei e aos alunos que encontrei no meu caminho, pelas vivências que colaboram para o meu desenvolvimento profissional e pessoal.

RESUMO

UNIDADES DIDÁTICAS DE QUÍMICA E PRÁTICA DOCENTE: QUAIS RELAÇÕES?

AUTORA: Janessa Aline Zappe

ORIENTADORA: Inés Prieto Schmidt Sauerwein

A presente tese descreve uma pesquisa sobre a prática educativa da autora, a partir do planejamento, da implementação e da avaliação de unidades didáticas de Química, considerando os condicionantes da prática docente. Como base para o planejamento das unidades, buscou-se os artigos publicados nos principais periódicos nacionais da área de Ensino sobre Termoquímica, Cinética Química e Química Orgânica, tópicos estudados através das unidades didáticas. Ao todo, cinquenta artigos foram analisados e categorizados conforme o foco em: aspectos conceituais (AC), propostas de ensino (PE) e investigações em sala de aula (ISA), apresentando revisões de conceitos, experimentos e atividades envolvendo diferentes temas em sala de aula. A partir daí, as unidades didáticas foram elaboradas e implementadas em uma turma do ensino médio de uma escola da região central do Rio Grande do Sul, tendo atividades didáticas como explicações, exercícios, experimentos, atividades no *site* FISQUIM, vídeos e atividades de pesquisa na internet. Após a implementação das unidades, na qual se utilizou os materiais produzidos pelos alunos, o planejamento e o diário de aula da professora, buscou-se investigar de que maneira pode ocorrer a articulação dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais nas unidades didáticas. Os conteúdos foram identificados e caracterizados nas unidades e, posteriormente, selecionados para avaliação. A análise dos conteúdos conceituais englobou: fenômenos endotérmicos e exotérmicos; princípio da conservação da energia; velocidade da reação; fatores que afetam a velocidade da reação; representação de compostos orgânicos; classificação de carbonos e cadeias carbônicas; e hidrocarbonetos. Com relação aos conteúdos procedimentais, as atividades experimentais sobre Termoquímica e Cinética Química e a construção e interpretação de diagramas e gráficos foram avaliados. Como atitudes, foram selecionadas a responsabilidade e participar e contribuir com o grupo. Como resultados da pesquisa, apontam-se: as dificuldades de aplicação de conceitos relacionados aos fenômenos endotérmicos e exotérmicos em diferentes contextos, do uso do raciocínio proporcional e de representação de gráficos e diagramas. Através da avaliação dos conteúdos, vivencia-se o processo de reflexão sobre a reflexão-na-ação. Além disso, pode-se replanejar as unidades. Propõe-se a inserção da abordagem atômico-molecular no ensino de Termoquímica e Cinética Química, o uso de mais atividades experimentais, o trabalho em conjunto com professores de outras disciplinas, a reformulação de questões e o uso de problemas na avaliação. Nesse sentido, como desdobramentos da pesquisa, citam-se a importância de inserir o processo de reflexão na formação inicial do professor e a possibilidade de integração das unidades, trabalhando de forma conjunta conceitos, procedimentos e atitudes relativos à Termoquímica, Cinética Química e Química Orgânica.

Palavras-chave: Termoquímica. Cinética Química. Química Orgânica. Conteúdos conceituais. Procedimentos. Atitudes.

ABSTRACT

TEACHING UNITS OF CHEMISTRY AND TEACHING PRACTICE: WHAT RELATIONS?

AUTHOR: Janessa Aline Zappe

ADVISOR: Inés Prieto Schmidt Sauerwein

This thesis describes a research on the educational practice of the author, from the planning, implementation and evaluation of teaching units of Chemistry, considering the conditions of teaching practice. As a basis for the planning of the units, it sought to articles published in national journals of Teaching area on Thermochemistry, Chemical Kinetics and Organic Chemistry, topics studied through the teaching units. In all, fifty articles were analyzed and categorized according to the focus on: conceptual aspects (CA), teaching proposals (TP) and investigations in the classroom (IC), with revisions concepts, experiments and activities involving different themes in room class. From there, the teaching units have been prepared and implemented in a high school class in a school in the central region of Rio Grande do Sul, and educational activities as explanations, exercises, experiments, activities in FISQUIM *site*, videos and research activities in Internet. After the implementation of the units, the material produced by the students, planning and daily class teacher are used to investigate how can occur articulation of conceptual, procedural and attitudinal content in teaching units. The contents were identified and characterized in the units, and subsequently selected for evaluation. The analysis encompassed conceptual content: endothermic and exothermic phenomena; principle of conservation of energy; reaction rate; factors that affect the rate of reaction; representation of organic compounds; classification of carbon and carbon chains; and hydrocarbon. With respect to the procedural contents, experimental activities on Thermochemistry and Chemical Kinetics and the construction and interpretation of charts and graphs were evaluated. As attitudes were selected responsibility and participate and contribute to the group. As a result of the research, are pointed out: difficulties of concepts implementation related to the endothermic and exothermic phenomena in different contexts, the use of proportional calculation and representation of graphs and charts. Through the evaluation of the contents, is experienced, the process of reflection on reflection-in-action. In addition, the units can be can replanned. It is proposed to insert the atomic-molecular approach to teaching Thermochemistry and Chemical Kinetics, the use of more experimental activities, working together with teachers of other subjects, the reformulation of questions and the use of problems in the evaluation. In this sense, as consequences of research are mentioned the importance of inserting the process of reflection in initial teacher education and the possibility of integration of the units, working jointly concepts, procedures and attitudes relating to Thermochemistry, Chemical Kinetics and Organic Chemistry .

Keywords: Thermochemical. Chemical Kinetics. Organic Chemistry. Content concepts. Procedures. Attitudes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aspectos do conhecimento químico.....	35
Figura 2 - Espiral de ciclos autorreflexivos na pesquisa-ação.....	58
Figura 3 - Material para construção do diagrama de conceitos.....	106
Figura 4 - Diagrama de conceitos do aluno 8.....	107
Figura 5 - Esquemas explicativos dos processos exotérmico e exotérmico.....	108
Figura 6 - Diagrama de representa um processo exotérmico.....	110
Figura 7 - <i>Layout</i> do site FISQUIM.....	112
Figura 8 - <i>Layout</i> da tarefa “Experimentando Cinética Química” no site FISQUIM .	115
Figura 9 - Exemplos de compostos pesquisados pelos alunos	121
Figura 10 - Resposta do aluno 8 para a segunda questão da avaliação trimestral - Termoquímica	150
Figura 11 - Resposta do aluno 5 para a segunda questão da avaliação trimestral - Termoquímica	150
Figura 12 - Resposta do aluno 1 para a segunda questão da avaliação trimestral - Termoquímica	151
Figura 13 - Resposta do aluno 4 para a segunda questão da avaliação trimestral - Termoquímica	151
Figura 14 - Resposta do aluno 6 para a segunda questão da avaliação trimestral - Termoquímica	152
Figura 15 - Resposta do aluno 10 para a segunda questão da avaliação trimestral - Termoquímica	152
Figura 16 - Resposta do aluno 8 para a quinta questão da avaliação trimestral - Termoquímica	154
Figura 17 - Resposta do aluno 3 para a quinta questão da avaliação trimestral - Termoquímica	155
Figura 18 - Resposta do aluno 4 para a quinta questão da avaliação trimestral - Termoquímica	155
Figura 19 - Resposta do aluno 10 para a quinta questão da avaliação trimestral - Termoquímica	156
Figura 20 - Resposta do aluno 6 para a quinta questão da avaliação trimestral - Termoquímica	156
Figura 21 - Resposta do aluno 7 para a décima primeira questão da avaliação trimestral - Cinética Química	164
Figura 22 - Resposta do aluno 3 para a décima primeira questão da avaliação trimestral - Cinética Química	164
Figura 23 - Resposta do aluno 2 para a décima primeira questão da avaliação trimestral - Cinética Química	165
Figura 24 - Resposta do aluno 1 para a décima primeira questão da avaliação trimestral - Cinética Química	165
Figura 25 - Fórmulas estruturas simplificadas dos óleos essenciais na primeira questão da avaliação trimestral - Química Orgânica.....	167
Figura 26 - Exemplos de representações corretas do óleo essencial limoneno da primeira questão da avaliação trimestral - Química Orgânica.....	168
Figura 27 - Exemplos de representações incorretas do óleo essencial limoneno na primeira questão da avaliação trimestral - Química Orgânica.....	169

Figura 28 - Fórmula estrutural de linhas do geraniol na primeira questão da avaliação trimestral - Química Orgânica	169
Figura 29 - Fórmula estrutural de linhas incorreta do geraniol na primeira questão da avaliação trimestral - Química Orgânica.....	169
Figura 30 - Resposta do aluno 3 para a primeira questão da avaliação trimestral - Química Orgânica.....	171
Figura 31 - Resposta do aluno 8 para a primeira questão da avaliação trimestral - Química Orgânica.....	172
Figura 32 - Resposta do aluno 5 para a primeira questão da avaliação trimestral - Química Orgânica.....	172
Figura 33 - Hidrocarbonetos da oitava questão da avaliação trimestral - Química Orgânica	175
Figura 34 - Cálculo do calor envolvido na decomposição do peróxido de hidrogênio apresentado pelo aluno 2.	186
Figura 35 - Representação da reação de decomposição do peróxido de hidrogênio do aluno 11.....	187
Figura 36 - Resposta do aluno 3 para os possíveis erros no experimento de Termoquímica.....	189
Figura 37 - Material apresentado pelo grupo 1 no relatório da atividade “Experimentando Química”.....	191
Figura 38 - Material apresentado pelo grupo 2 no relatório da atividade “Experimentando Química”.....	191
Figura 39 - Material apresentado pelo grupo 3 no relatório da atividade “Experimentando Química”.....	192
Figura 40 - Diagrama representado pelo aluno 11 na sexta questão da avaliação trimestral - Termoquímica.....	198
Figura 41 - Diagrama representado pelo aluno 1 na sexta questão da avaliação trimestral - Termoquímica.....	199
Figura 42 - Diagrama representado pelo aluno 8 na sexta questão da avaliação trimestral - Termoquímica.....	199
Figura 43 - Diagrama representado pelo aluno 4 na sexta questão da avaliação trimestral - Termoquímica.....	200
Figura 44 - Diagrama representado pelo aluno 5 na sexta questão da avaliação trimestral - Termoquímica.....	200
Figura 45 - Gráfico representado pelo aluno 5 na décima primeira questão da avaliação trimestral - Cinética.....	201
Figura 46 - Gráfico representado pelo aluno 11 na décima primeira questão da avaliação trimestral - Cinética.....	201
Figura 47 - Gráfico representado pelo aluno 3 na décima primeira questão da avaliação trimestral - Cinética.....	202
Figura 48 - Diagrama da décima questão da avaliação trimestral - Cinética.....	203
Figura 49 - Resposta do aluno 5 sobre o efeito da adição do catalisador na reação.....	204
Figura 50 - Resposta do aluno 1 sobre o efeito da adição do catalisador na reação.....	204
Figura 51 - Resposta do aluno 3 sobre o efeito da adição do catalisador na reação.....	205

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Relação do número de artigos sobre Termoquímica por periódico	64
Gráfico 2 - Relação do número de artigos sobre Termoquímica por ano de publicação	65
Gráfico 3 - Relação do número de artigos sobre Cinética Química por periódico	74
Gráfico 4 - Relação do número de artigos sobre Cinética por ano de publicação	75
Gráfico 5 - Relação do número de artigos sobre Química Orgânica por periódico ...	87
Gráfico 6 - Relação do número de artigos sobre Química Orgânica por ano de publicação	88
Gráfico 7 - Termoquímica, Cinética Química e Química Orgânica nos periódicos nacionais	101
Gráfico 8 - Número de publicações de Termoquímica, Cinética e Química Orgânica por ano	101
Gráfico 9 - Atividades desenvolvidas durante as unidades didáticas	127

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Questões para pesquisa na internet.....	105
Quadro 2 - Tipos de hidrocarbonetos.....	125
Quadro 3 - Conteúdos na unidade didática de Termoquímica	129
Quadro 4 - Conteúdos na unidade didática de Cinética Química.....	131
Quadro 5 - Conteúdos na unidade didática de Química Orgânica	133
Quadro 6 - Quinta questão da avaliação trimestral - Termoquímica.	153
Quadro 7 - Nova questão da avaliação trimestral - Cinética Química.....	160
Quadro 8 - Décima primeira questão da avaliação trimestral - Cinética Química ...	162
Quadro 9 - Classificação dos conteúdos procedimentais.....	179
Quadro 10 - Classificação dos conteúdos procedimentais das unidades.	181
Quadro 11 - Classificação dos procedimentos desenvolvidos nas atividades experimentais de Termoquímica e Cinética	183
Quadro 12 - Fases no treinamento procedimental.	184
Quadro 13 - Critérios da avaliação qualitativa.....	208

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Avaliação do Sistema Qualis na área de Ensino dos periódicos selecionados	61
Tabela 2 - Período de tempo analisado dos periódicos selecionados.....	61
Tabela 3 - Categorização das justificativas dos alunos para a revisão do problema inicial	140
Tabela 4 - Categorização das justificativas dos alunos para a atividade do site FISQUIM	142
Tabela 5 - Classificação das respostas dos alunos com relação aos fenômenos...	146
Tabela 6 - Categorias das respostas da nona questão da avaliação trimestral - Cinética Química	160
Tabela 7 - Número de representações para cada óleo essencial da primeira questão da avaliação trimestral - Química Orgânica	168
Tabela 8 - Resultados da oitava questão da avaliação trimestral - Química Orgânica	175
Tabela 9 - Categorização dos possíveis erros apontados pelos alunos durante a execução do experimento sobre Termoquímica.....	188
Tabela 10 - Categorização das explicações sobre o efeito da temperatura na velocidade das reações - atividade experimental de Cinética Química	193
Tabela 11 - Categorias das explicações sobre o efeito da superfície de contato na velocidade das reações químicas - atividade experimental de Cinética Química	194
Tabela 12 - Entrega de atividades do <i>site</i> FISQUIM	210

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNE	Conselho Nacional de Educação
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio
EDEQ	Encontro de Debates sobre o Ensino de Química
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ENEQ	Encontro Nacional de Ensino em Química
FUNDEB	Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IUPAC	União Internacional da Química Pura e Aplicada
LDB	Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº. 9.394
MPEAC	Métodos e Processos de Ensino e Aprendizagem de Ciências
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Educacionais
PDE	Programa de Desenvolvimento da Educação
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
QNEsc	Revista de Química Nova na Escola
RBPEC	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
TIC	Tecnologias de Comunicação e Informação

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	23
1 PRESSUPOSTOS DA PRÁTICA EDUCATIVA	27
1.1 POR QUE ENSINAR QUÍMICA?	28
1.2 O QUE ENSINAR SOBRE QUÍMICA?	34
1.3 COMO ENSINAR QUÍMICA?	43
2 ASPECTOS METODOLÓGICOS	53
2.1 O CONTEXTO DA PESQUISA E OS CONDICIONANTES DA PRÁTICA ..	53
2.2 A PESQUISA-AÇÃO	55
2.3 OS INSTRUMENTOS DA PESQUISA	59
2.4 AS PESQUISAS SOBRE TERMOQUÍMICA, CINÉTICA QUÍMICA E QUÍMICA ORGÂNICA	60
2.4.1 O ensino de Termoquímica nos periódicos nacionais.....	63
2.4.2 O ensino de Cinética Química nos periódicos nacionais	73
2.4.3 O ensino de Química Orgânica nos periódicos nacionais.....	86
2.5 UM OLHAR SOBRE A ANÁLISE DOS ARTIGOS	100
3 UNIDADES DIDÁTICAS: PLANEJANDO A INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA ..	103
3.1 UNIDADE DIDÁTICA SOBRE TERMOQUÍMICA	103
3.2 UNIDADE DIDÁTICA SOBRE CINÉTICA QUÍMICA	114
3.3 UNIDADE DIDÁTICA SOBRE QUÍMICA ORGÂNICA.....	119
4 CONTEÚDOS CONCEITUAIS, PROCEDIMENTAIS E ATITUDINAIS:	
ANALISANDO A PRÁTICA EDUCATIVA	129
4.1 OS CONTEÚDOS NAS UNIDADES DIDÁTICAS.....	129
4.2 A AVALIAÇÃO DOS CONTEÚDOS	136
4.2.1 Conteúdos conceituais	138
4.2.2 Conteúdos procedimentais	178
4.2.3 Conteúdos atitudinais	206
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	213
6 REFERÊNCIAS	219
7 APÊNDICES	229
8 ANEXOS	235

INTRODUÇÃO

Considerando as características do mundo contemporâneo, marcado pelos avanços na comunicação e na informática e por transformações tecnológicas e científicas (LIBÂNEO, 2010), inúmeros são os desafios relacionados à prática educativa. Despertar o interesse do aluno para aprender, desenvolver a capacidade de aprender a aprender, formar cidadãos, participantes e autônomos são alguns deles, apontados por Pozo e Gómez Crespo (2009).

Estes desafios da prática são vivenciados pela pesquisadora, autora do presente trabalho, no seu dia a dia como professora. A prática de sala de aula que acompanha a pesquisadora é anterior ao início do curso de doutorado, e a partir dela surge a pesquisa desenvolvida na presente tese. Portanto, a professora envolve-se na tarefa de investigar e analisar seu próprio mundo.

Entretanto, os processos educativos são complexos: parâmetros institucionais, organizativos, tradições metodológicas, possibilidades de desenvolvimento de atividades pelos professores em sala de aula e sua trajetória profissional, condições físicas existentes, recursos disponíveis e características dos alunos são alguns dos condicionantes que influenciam a prática (ZABALA, 1998).

Considerando estes fatores, unidades didáticas sobre Termoquímica, Cinética Química e Química Orgânica foram planejadas e implementadas pela professora/pesquisadora.

Através das unidades, pode-se analisar a prática educativa, englobando as três fases da intervenção: planejamento, aplicação e avaliação. Zabala (1998) considera que o planejamento e a avaliação constituem ações inseparáveis da prática docente, “já que o que acontece nas aulas, a própria intervenção pedagógica, nunca pode ser entendida sem uma análise que leve em conta as intenções, as previsões, as expectativas e a avaliação dos resultados” (p. 17).

Após a aplicação das atividades das unidades, procurou-se uma maneira de analisar a construção que constitui o planejamento da professora e pesquisadora. A partir das pesquisas de Zabala (1998), Coll *et al* (1998) e Pozo e Gómez Crespo (2009), que definem conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, encontrou-se uma base para a presente pesquisa.

Portanto, como problema de pesquisa, propõe-se:

De que maneira pode ocorrer a articulação dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em unidades didáticas de Química, considerando os condicionantes da prática docente?

Com o objetivo de resolver o problema de pesquisa, apresentam-se as seguintes questões norteadoras:

- Quais são os principais aspectos das pesquisas sobre ensino de Termoquímica, Cinética Química e Química Orgânica publicados nos principais periódicos nacionais?
- Como trabalhar os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais durante a intervenção pedagógica?
- Quais são as possibilidades de aprendizagens desenvolvidas através das atividades das unidades didáticas?
- Quais são os aspectos da intervenção pedagógica que podem ser reelaborados a partir da reflexão da prática docente, com base nos condicionantes da prática docente?

A fim de buscar as respostas para as perguntas de pesquisa, o presente trabalho tem como objetivo geral:

Analisar a intervenção pedagógica como um microssistema em que são considerados o planejamento, a implementação e a avaliação de unidades didáticas de Química, considerando os condicionantes da prática docente.

Dessa forma, constituem-se objetivos específicos:

- Realizar uma revisão dos artigos publicados sobre o ensino de Termoquímica, Cinética Química e Química Orgânica nos principais periódicos nacionais da área de Ensino de Ciências.

- Identificar os condicionantes da prática de sala de aula da professora.
- Planejar as aulas das unidades didáticas sobre: Termoquímica, Cinética Química e Química Orgânica.
- Implementar as unidades didáticas.
- Identificar e analisar os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais desenvolvidos nas unidades didáticas.
- Refletir sobre as unidades didáticas desenvolvidas.

A fim de responder as perguntas da pesquisa bem como atingir os objetivos propostos, a tese está estruturada em cinco capítulos.

No **Capítulo 1**, apresentam-se os pressupostos da prática educativa, com base nos documentos que orientam a educação brasileira e nas pesquisas da área de ensino de Química.

Zabala (1998) explica que as finalidades, os propósitos, os objetivos gerais ou as intenções educacionais constituem o ponto de partida que justifica e dá sentido à intervenção pedagógica. Portanto, são apresentadas discussões referentes aos seguintes questionamentos: “Por que ensinar?”, “O que ensinar?” e “Como ensinar?”, com ênfase na Química.

No **Capítulo 2**, são apresentados os aspectos metodológicos da pesquisa: o contexto da pesquisa, as características da pesquisa-ação e os instrumentos da pesquisa. A análise dos artigos nos periódicos nacionais selecionados da área de Ensino, sobre os conteúdos de Termoquímica, Cinética Química e Química Orgânica também é explorada neste capítulo.

O **Capítulo 3** engloba a descrição das aulas das unidades didáticas implementadas, sobre Termoquímica, Cinética Química e Química Orgânica.

O **Capítulo 4** traz a caracterização e identificação dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais desenvolvidos a partir das atividades que constituíram

as unidades didáticas. A avaliação dos conteúdos selecionados bem como reflexões relacionadas às atividades propostas também são discutidas neste capítulo.

Finalizando, o **Capítulo 5** é destinado ao desenvolvimento de considerações finais do trabalho, a fim de responder ao problema de pesquisa. Possíveis encaminhamentos que podem ser construídos a partir desse trabalho são apresentados.

1 PRESSUPOSTOS DA PRÁTICA EDUCATIVA

Influenciada pelos jesuítas, a educação desenvolvida no Brasil entre 1549 e 1759 teve base escolástica, literária e desinteressada dos estudos científicos, o que foi perpetuado nas aulas régias e nas programações dos primeiros colégios, como o Colégio Pedro II, criado em 1837, no Rio de Janeiro.

Pouca era a importância dada ao ensino de Ciências, em geral (SCHNETZLER, 1980). Entre 1875 a 1930, ocorreram seis reformas educacionais que não modificaram esta situação. Neste mesmo período, o primeiro livro didático brasileiro de Química foi utilizado: “Noções de Química Geral”, de João Martins Teixeira, publicado em 1918 (SCHNETZLER, 2011).

O ensino secundário da disciplina de Química iniciou em 1862, sendo separado da Física apenas em 1925, com a Reforma Rocha Vaz. O ensino da disciplina de Ciências passou a ser valorizado nas reformas após este período: Reforma Francisco Campos (1931-1941), Reforma Gustavo Capanema (1942-1960) e das Leis das Diretrizes e Bases da Educação nº. 4.024 (de 1961 a 1970), 5.692 (de 1971 a 1995) e 9.394 (de 1996 até hoje).

A partir do ensino da disciplina de Química, surgiu a necessidade de se melhorar o processo de ensino e aprendizagem da mesma. Hoje, a área de Educação Química, no Brasil, é consolidada. Schnetzler (2002) cita como marcos para o desenvolvimento da área: a constituição da Divisão de Ensino pela Sociedade Brasileira de Química em 1988; a realização de encontros nacionais e regionais para discutir o ensino de Química, sendo que o I Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) ocorreu em 1982; e a criação da Revista Química Nova na Escola (QNEsc) em 1995. Além disso, o primeiro Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ), sediado no Rio Grande do Sul, aconteceu em 1980.

Portanto, tendo como base os documentos que norteiam o ensino no Brasil e as pesquisas da área de ensino de Química, serão descritos, ao longo do presente capítulo, considerações sobre: “Por que ensinar?”, “O que ensinar?” e “Como ensinar?” que, de acordo com Chassot (1990), são as três perguntas capitais que comandam as nossas ações docentes e que permitem a compreensão dos aspectos da prática educativa.

1.1 POR QUE ENSINAR QUÍMICA?

O ensino de Química é comumente praticado no último ano das séries finais do ensino fundamental e durante o ensino médio, apesar de pesquisas já terem sido feitas sobre o ensino dessa disciplina nas séries iniciais do ensino fundamental (LIMA; SILVA, 2012; MORAES; RAMOS, 2010).

Como a presente pesquisa teve como foco a prática docente no ensino médio, são feitas considerações sobre a importância deste nível de ensino. Posteriormente, abordam-se os objetivos do ensino de Química.

A função do ensino médio

O ensino médio foi considerado a etapa final da educação básica a partir da promulgação da Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº. 9.394 (LDB), em 1996.

Constituindo-se um direito social, a educação básica é composta da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio. O ensino médio engloba três anos, nas idades previstas entre 15 e 17 anos.

Pesquisas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015) indicam que 84,3% dos jovens entre 15 e 17 anos frequentam a escola. Entretanto, é de 58,6% a taxa de frequência escolar líquida no ensino médio, ou seja, mais de 40% dos jovens entre 15 e 17 anos ainda não atingiram a última etapa da educação básica. Atualmente, são mais de oito milhões e trezentos mil alunos matriculados no ensino médio, sendo que apenas 60,8% dos estudantes o concluem.

Os dados apresentados acima são resultados de políticas, diretrizes e ações governamentais, como:

[...] a aprovação e implementação do FUNDEB (Lei nº. 11.494/2007), a formulação e implementação do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), a consolidação do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e do Índice de desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) (BRASIL, 2013, p. 147).

Os dados descritos representam progressos decorrentes das políticas educacionais: há vinte anos, por exemplo, apenas 69,5% dos jovens frequentavam a escola (COSTA, 2013).

Entretanto, muitas metas ainda precisam ser atingidas. O Plano Nacional de Educação 2014-2024, por exemplo, apresenta como a terceira meta universalizar, até 2016, o atendimento escolar para toda a população de 15 a 17 anos, bem como elevar, até o final da vigência do plano, a taxa líquida de matrículas no ensino médio para 85% (BRASIL, 2014).

Para atingir essas metas e os objetivos do ensino médio, muitos obstáculos precisam ser enfrentados. Dessa forma, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) apontam os desafios da prática e citam as novas exigências educacionais, que são o resultado da “aceleração da produção de conhecimentos, da ampliação do acesso às informações, da criação de novos meios de comunicação, das alterações no mundo de trabalho, e das mudanças de interesse dos adolescentes” (BRASIL, 2013, p. 146).

As transformações de caráter econômico, social ou cultural do mundo atual são muito rápidas e, conseqüentemente, a escola também precisa mudar para atingir seus objetivos.

Documentos das décadas de 1990, como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), já apontavam a superação da tradição escolar e das versões de ensino médio profissionalizante e pré-universitário, o que ainda continua sendo uma necessidade em determinadas escolas e contextos.

A tradição escolar está relacionada ao ensino disciplinar, “com disciplinas em ementas estanques, em atividades padronizadas (...), uma atitude de passividade, tanto em função dos métodos adotados quanto da configuração física dos espaços e das condições de aprendizado” (BRASIL, 2002, p. 9) e ao ensino descontextualizado baseada na transmissão e no acúmulo de informações (BRASIL, 1999).

Com relação às finalidades do ensino médio, algumas são mencionadas no artigo 35 da LDB. A primeira é a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos do ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento dos estudos (BRASIL, 1996). De acordo com os PCNEM, durante essa etapa do ensino, os

alunos possuem maior maturidade, e conseqüentemente os objetivos educacionais passam a ter maior ambição formativa.

Mais amplamente integrado à vida comunitária, o estudante da escola de nível médio já tem condições de compreender e desenvolver consciência mais plena de suas responsabilidades e direitos, juntamente com o aprendizado disciplinar (BRASIL, 1999, p. 6).

A segunda finalidade citada na LDB é a preparação básica para o trabalho e o desenvolvimento da cidadania, para continuar aprendendo e conseguir se adaptar em situações diversas (BRASIL, 1996).

Trabalho e cidadania são tópicos recorrentes nos documentos que orientam o ensino no país. De acordo com os PCN+, a partir do desenvolvimento da cidadania, pode-se promover a realização pessoal, a qualificação para o trabalho e a participação social e política (BRASIL, 2002).

Participação, direitos e deveres também são os elementos para o desenvolvimento da cidadania, de acordo com Santos e Schnetzler (2002). Desenvolvida pelo indivíduo, a participação ocorre quando há identificação cultural, “donde se pode concluir que a condição essencial para a participação comunitária está em seus membros se sentirem como pertencentes ao grupo” (SANTOS; SCHNETZLER, 2002, p. 24). Os direitos estão fundamentados em princípios éticos universais: preservação da vida, liberdade e consciência da natureza racional do homem. Já os deveres estão relacionados ao compromisso comunitário de cooperação e co-responsabilidade.

A preparação para o trabalho, por sua vez, engloba competências de aprimoramento profissional, para que o estudante consiga acompanhar as mudanças que caracterizam a produção no nosso tempo (BRASIL, 1999).

Dessa forma, o ensino médio deve desenvolver no estudante a capacidade de aprender de forma permanente, e formá-lo para a vida, o que “significa saber se informar, se comunicar, argumentar, compreender e agir, enfrentar problemas de qualquer natureza, participar socialmente, de forma prática e solidária, ser capaz de elaborar críticas ou propostas e adquirir uma atitude de aprendizado permanente” (BRASIL, 2002, p. 3 e 4).

Para isso, os referenciais dão ênfase à utilização da vivência dos alunos como ponto de partida no processo de ensino e aprendizagem, pois os conteúdos de

aprendizagem precisam ser importantes para os alunos. Portanto, podem-se utilizar elementos do dia a dia dos alunos, da escola e da comunidade para que o aprendizado tenha significado, transcendendo a prática imediata e desenvolvendo conhecimentos de maior alcance universal (BRASIL, 2002).

A terceira finalidade do ensino médio, proposta pela LDB, é o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico (BRASIL, 1996). Por sua vez, o aprimoramento do educando como pessoa engloba o desenvolvimento de valores e competências necessárias à integração do seu projeto individual ao projeto da sociedade em que se situa (BRASIL, 1999).

Finalizando, o quarto objetivo citado na LDB envolve a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática. Devem ser desenvolvidos tanto conhecimentos práticos e contextualizados como conhecimentos mais amplos e abstratos (BRASIL, 1999).

Dessa forma, as DCNEM apontam que a educação no ensino médio deve possibilitar aos diferentes públicos “o acesso a conhecimentos que permitam a compreensão das diferentes formas de explicar o mundo, seus fenômenos naturais, sua organização social e seus processos produtivos” (BRASIL, 2013, p. 147).

Para prosseguir a apresentação dos objetivos do ensino médio, citam-se aqueles apontados na Resolução nº. 2, de 30 de janeiro de 2012, que apresentou novas Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio.

O artigo 5º cita as seguintes orientações: a formação integral do estudante; o trabalho como princípio educativo e pesquisa como princípio pedagógico; a educação em direitos humanos como princípio e sustentabilidade ambiental como meta universal; educação e prática social indissociáveis; teoria e prática nos processos de ensino e aprendizagem; a integração de conteúdos através da contextualização e da interdisciplinaridade; o reconhecimento e a aceitação da diversidade; o currículo baseado na integração entre educação e as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura.

Além disso, o currículo do Ensino Médio deve ser composto de uma base nacional comum e de uma parte diversificada.

Esta enriquece aquela, planejada segundo estudo das características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da comunidade escolar, perpassando todos os tempos e espaços curriculares constituintes do Ensino Médio, independentemente do ciclo da vida no qual os sujeitos tenham acesso à escola (BRASIL, 2013, p. 185).

Portanto, a parte diversificada deve ser definida pelo sistema de ensino e escolas. Com relação à base nacional comum, é importante mencionar que o documento que estabelece a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) está disponível na sua segunda versão. Os documentos preliminares da BNCC foram disponibilizados para consulta pública entre os meses de setembro de 2015 e março de 2016. A segunda versão do documento será discutida em seminários das redes estaduais e municipais de ensino para posteriormente ser aprovada pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) (BRASIL, 2016). A BNCC abrange, além do ensino médio, todas as etapas e busca a construção de um sistema nacional de ensino.

A base nacional comum e a parte diversificada são formadas por conteúdos, que quando sistematizados fazem parte do currículo e são denominados componentes curriculares. Os componentes curriculares, por sua vez, se articulam em áreas de conhecimento. Dentre elas, as Ciências da Natureza englobam os conteúdos sobre Química, Física e Biologia.

Os objetivos do ensino de Química

Com relação ao tema desta seção, Zanon e Maldaner (2011) apresentam os seguintes questionamentos:

Por que ou para que é importante que todo cidadão aprenda/saiba Química? Como são mobilizados e usados fora da escola os conhecimentos aprendidos em aulas de Química? Qual é a relevância de tais conhecimentos nos contextos de vida socioambientais? (p. 105).

As respostas para estas questões são apresentadas nas pesquisas da área de ensino de Química e estão associadas ao estudo desta ciência, às aplicações dos seus conhecimentos no cotidiano e como estes podem melhorar a nossa vida.

O ser humano, para conseguir sobreviver, sempre buscou conhecer, entender e utilizar o mundo que o cerca: “obteve alimentos por coleta de vegetais, caça e pesca; descobriu abrigos, protegendo-se contra animais e intempéries; descobriu a

força dos ventos e das águas, o fogo e a periodicidade do clima nas estações do ano” (BRASIL, 1999, p. 31).

Com a necessidade constante do uso de suas descobertas, o ser humano buscou produzir e controlar esses processos: a produção e manutenção do fogo, a invenção da irrigação, da agricultura, da criação de animais, da metalurgia e a produção de ferramentas. Dessa forma, desde as suas raízes históricas até a sua consolidação como ciência, a Química tornou-se um meio de interpretar e utilizar o mundo (BRASIL, 1999).

A Química, portanto, é uma construção histórica e um instrumento de formação humana. Como construção humana, está sujeita à influência de fatores sociais, econômicos e culturais do seu tempo (MACHADO; MORTIMER, 2012).

Através dessa ciência, que possui conceitos, métodos e linguagens próprias, investiga-se a natureza e os desenvolvimentos tecnológicos e compartilham-se linguagens a fim de representar e sistematizar os conhecimentos (BRASIL, 2002).

Entende-se que a Química engloba o estudo da matéria, suas características, propriedades e transformações. Presente em nossa vida diária, em alimentos, medicamentos, fibras têxteis, corantes, materiais de construção, papéis, combustíveis, lubrificantes, embalagens, recipientes (BRASIL, 1999), a Química é “tão familiar como fazer um café ou um xarope com um antibiótico infantil” (POZO e GÓMES CRESPO, 2009, p. 139).

Portanto, os alunos precisam compreender, interpretar e analisar as características do mundo em que vivem, como:

[...] as diferenças entre sólidos, líquidos e gases; por que um cubo de gelo derrete; como se propaga um cheiro por um quarto quando, por exemplo, um vidro de perfume quebra; por que o mercúrio do termômetro dilata quando a temperatura aumenta; como arde o gás butano contido no interior de um isqueiro; e por que o vidro de uma janela embaça quando se aproxima uma chama; além de muitas outras coisas que seria impossível enumerar (POZO; GÓMES CRESPO, 2009, p. 139).

Os PCN+ complementam os objetivos do ensino de Química, afirmando que os alunos devem reconhecer e compreender as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos, encontrados na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, e suas relações com os sistemas produtivo, industrial e agrícola (BRASIL, 2002).

Além disso, os PCNEM apontam a relação dos conhecimentos químicos e a sobrevivência humana, em razão da utilização de materiais, reconhecendo as implicações sociopolíticas, econômicas e ambientais do seu uso:

Por exemplo, o desconhecimento de processos ou o uso inadequado de produtos químicos podem estar causando alterações na atmosfera, hidrosfera, biosfera e litosfera, sem que, muitas vezes, haja consciência dos impactos por eles provocados. Por outro lado, através de intervenções dirigidas é a Química quem contribui para a qualidade do ar que respiramos e da água que bebemos, insubstituível em sua função no monitoramento e na recuperação ambiental (BRASIL, 1999, p. 10).

Dessa forma, a compreensão da Química pode melhorar na nossa condição de vida no planeta (Santos *et al*, 2005). Ensina-se Química, portanto, para permitir que o cidadão possa interagir melhor com o mundo (CHASSOT, 1990).

1.2 O QUE ENSINAR SOBRE QUÍMICA?

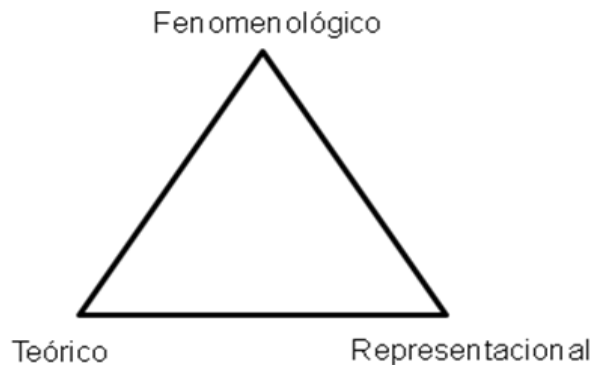
Expressões como modelos, procedimentos, atitudes, valores, conteúdos, competências e habilidades são utilizadas para designar o que se deve aprender na escola.

Tendo como base os referenciais e as pesquisas da área, serão apresentados três tópicos relacionados à questão principal desta seção: o ensino de níveis de conhecimento químico, competências e habilidades e conteúdos.

Níveis do conhecimento químico

Através das construções das Ciências, pode-se explicar, interpretar e prever fenômenos (SCHNETZLER, 2011). Os fenômenos estudados na Química podem ser entendidos de acordo com três níveis ou aspectos do conhecimento. Mortimer, Machado e Romanelli (2000) apresentam os aspectos do conhecimento da Química na Figura 1.

Figura 1 - Aspectos do conhecimento químico



Fonte: (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

Através das pesquisas de Alex Johnstone, iniciou-se a elaboração de modelos que procuravam explicar o que consistia aprender ou ensinar Química (WARTHA; REZENDE, 2011).

De acordo com Machado e Mortimer (2012), o primeiro aspecto é o fenomenológico, também denominado nível macroscópico, no qual os fenômenos são estudados:

[...] sejam aqueles concretos e visíveis, como a mudança de estado físico de uma substância, sejam aqueles que temos acesso apenas indiretamente, como as interações radiação-matéria que provocam um efeito visível, mas que podem ser detectadas por espectrometria (MACHADO e MORTIMER, 2012, p. 29).

A abordagem dos fenômenos em sala de aula possibilita a participação dos alunos, pois “são as relações sociais que o aluno estabelece por meio dessa ciência que dão significado à Química do seu ponto de vista, pois mostram que a Química está na sociedade, no ambiente” (MACHADO; MORTIMER, 2012, p. 29).

Dessa forma, o estudo dos fenômenos pode envolver observações, passíveis de descrições, quantificações e determinações e pode promover habilidades específicas, como controlar variáveis, medir, analisar resultados, elaborar gráficos, etc. (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

Ao mesmo tempo, não podem se limitar aos reproduzidos em laboratório. “Falar sobre supermercado, sobre o posto de gasolina é também uma recorrência fenomenológica” (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000, p. 276).

Gilbert e Treagust (2009) complementam que este nível do conhecimento consiste na representação de propriedades empíricas de sólidos, líquidos e gases. Como exemplos de propriedades, os autores citam massa, densidade, concentração, pH e temperatura, perceptíveis em laboratórios e na vida cotidiana.

Já o segundo aspecto, denominado de teórico ou nível submicroscópico, está baseado em informações de natureza atômico-molecular, envolvendo “explicações baseadas em modelos abstratos e que incluem entidades não diretamente perceptíveis, como átomos, moléculas, íons, elétrons, etc” (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000, p. 276).

Nesse sentido, Gilbert e Treagust (2009) afirmam que a Química procura desenvolver modelos para explicações de fenômenos de sua competência.

O terceiro aspecto é o representacional, ou nível simbólico, e relaciona-se à linguagem química: “compreende informações inerentes à linguagem química, como fórmulas e equações químicas, representações de modelos, gráficos e equações matemáticas” (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000, p. 277).

Envolve, por exemplo, o uso de símbolos para representar átomos de elementos, os números subscritos que indicam o número de átomos do íon ou molécula e letras que indicam o estado físico da entidade (GILBERT; TREAGUST, 2009).

É importante reconhecer que “a aprendizagem da ciência é inseparável da aprendizagem de sua linguagem” (MACHADO; MORTIMER, 2012, p. 34), pois a linguagem científica possui características próprias e é diferente da linguagem comum. Ao utilizar a linguagem científica, o aluno pode apresentar dificuldades, pois está habituado a designar seres e coisas por nomes e processos por verbos. Na linguagem científica, os processos englobam nomes e os verbos envolvem relações.

Este tipo de linguagem tem papel constitutivo na elaboração conceitual (MACHADO; MOURA, 1995), considerando sua construção, ao longo do desenvolvimento da ciência, “para responder a uma necessidade do discurso científico de progredir passo a passo, com um movimento constante partindo do que já se conhece em direção a uma nova informação” (MACHADO; MORTIMER, 2012, p. 35).

Mortimer, Machado e Romanelli (2000) evidenciam a importância de todos os aspectos estarem presentes nas aulas: teórico, representacional e fenomenológico.

Os aspectos do conhecimento podem ser exemplificados no ensino de transformações químicas. Nesse caso, os seguintes elementos precisam estar integrados: explicações para os alunos sobre o que ocorre com as moléculas ou partículas numa reação química; observação e análise dos fenômenos envolvidos; e representação da reação através de uma equação química.

De acordo com Mortimer, Machado e Romanelli (2000), o aspecto representacional é enfatizado na maioria dos currículos tradicionais e livros didáticos. Portanto, torna-se um desafio da prática docente inserir todos os aspectos nas aulas.

Competências e habilidades

De acordo com os PCNEM, a educação como um elemento para o desenvolvimento social deve englobar o ensino de competências básicas. Entretanto, quais são as competências básicas?

As competências citadas no referido documento englobam a capacidade de abstração, o desenvolvimento do pensamento sistêmico, a criatividade, a curiosidade, a capacidade de resolução de problemas, o trabalho em equipe, a disposição para procurar e aceitar críticas, o desenvolvimento do pensamento crítico, a comunicação e a capacidade de buscar conhecimento (BRASIL, 1999).

Os PCN+ explicam que cada disciplina é constituída por um conjunto de conhecimentos. Esses conhecimentos, por sua vez, envolvem a síntese de tópicos disciplinares e competências gerais/habilidades. “Nessa proposta, portanto, competências e conhecimentos são desenvolvidos em conjunto e se reforçam reciprocamente” (BRASIL, 2002, p. 13).

De acordo como as mesmas orientações, para as competências, não existem receitas, nem definição única e universal. Por sua vez, as competências são entendidas como qualificações humanas, múltiplas e que não se excluem entre si. “Pode-se dizer que alguém tem competência quando constitui, articula e mobiliza valores, conhecimentos e habilidades diante de situações e problemas não só rotineiros, mas também imprevistos em sua vida cotidiana” (BRASIL, 2006, p. 116). Cada competência é um feixe ou uma articulação de habilidades, sendo que uma habilidade é considerada uma competência específica.

São três os conjuntos de competências citados nos PCNEM e PCN+: representação e comunicação; investigação e compreensão; contextualização social-cultural.

De acordo com os PCN+, as competências relacionadas à representação e comunicação envolvem “a leitura e interpretação de códigos, nomenclaturas e textos próprios da Química e da Ciência, a transposição entre diferentes formas de representação, a busca de informações, a produção e análise crítica de diferentes tipos de textos” (BRASIL, 2002, p. 88).

Portanto, na disciplina de Química, os alunos precisam, por exemplo, interpretar símbolos e termos em rótulos de produtos alimentícios e de limpeza ou bulas de medicamentos, elaborar relatórios de atividades experimentais e construir gráficos a partir de dados do consumo de determinado reagente com o passar do tempo (BRASIL, 2002).

Com relação à investigação e compreensão, esta competência envolve a utilização de ideias, conceitos, leis, modelos e procedimentos científicos associadas à Química. Nesse sentido, os alunos podem “avaliar a viabilidade de uma fonte de água para consumo, identificando as grandezas e indicadores de qualidade, como pH, concentrações de substâncias e vetores patogênicos” (BRASIL, 2002, p. 90), selecionar instrumentos para medir determinadas grandezas e compreender a constituição da matéria a partir dos modelos explicativos elaborados ao longo do tempo.

Na competência de contextualização sociocultural, objetiva-se a inserção do conhecimento disciplinar nos diferentes setores da sociedade, bem como suas relações com os aspectos políticos, econômicos e sociais de cada época e com a tecnologia e cultura atual. Propõe-se, por exemplo, o entendimento da ciência e da tecnologia como criação humana, a compreensão do papel da Química para desenvolvimento tecnológico e de como esses conhecimentos influenciam na interpretação do mundo atual (BRASIL, 2002).

Conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais

O termo “conteúdo” é amplamente utilizado nas escolas. De acordo com Zabala (1998), conteúdo compreende tudo que se precisa aprender para alcançar

determinados objetivos: abrangem capacidades cognitivas, motoras, afetivas, de relação interpessoal e de inserção social.

A definição do autor vem ao encontro do que é estudado ao longo dessa pesquisa: os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Estes conteúdos estão relacionados, respectivamente, aos seguintes questionamentos: “O que se deve saber?”, “O que se deve saber fazer?” e “Como se deve fazer?” (COLL, 1986, apud ZABALA, 1998)

O eixo central da maioria dos conteúdos são os conteúdos conceituais (COLL *et al*, 1998; POZO; GÓMES CRESPO, 2009). Objeto da maior parte dos currículos (COLL *et al*, 1998), os conteúdos conceituais podem ser fatos, conceitos ou princípios (ZABALA, 1998; POZO; GÓMES CRESPO, 2009).

Os conteúdos factuais, como denominados por Zabala (1998), englobam “o conhecimento de fatos, acontecimentos, situações, dados e fenômenos concretos e singulares” (p. 41). Pozo e Gómes Crespo (2009) complementam que “um dado ou um fato é uma informação que afirma ou declara algo sobre o mundo” (p. 78).

Com relação à Química, a aprendizagem de dados é trabalhada no ensino da Tabela Periódica, quando, por exemplo, se solicita que os alunos façam a associação entre símbolos e nomes dos elementos químicos.

A aprendizagem de conteúdos factuais envolve cópia, para ser “integrado nas estruturas do conhecimento, na memória” (ZABALA, 1998, p. 42), objetivando a aquisição da informação verbal literal ou informação numérica (COLL *et al*, 1998). A aprendizagem deste tipo de conteúdo, por sua vez, envolve sua reprodução.

Esses conteúdos tendem ser menosprezados, mas são importantes para a compreensão da maioria das informações e problemas do dia a dia, “sempre que estes dados, fatos e acontecimentos disponham dos conceitos associados que permitam interpretá-los, sem os quais se converteriam em conhecimentos estritamente mecânicos” (ZABALA, 1998, p. 41). Nesse sentido, Pozo e Gómes Crespo (2009) afirmam que “compreender um dado requer utilizar conceitos, ou seja, relacioná-los dentro de uma rede de significados que explique por que ocorrem e que consequências eles têm” (p. 78 e 79).

Os bebês sabem que os objetos soltos caem, mas outra coisa é que saibam interpretar esse fato. Conhecer um dado permite, no melhor dos casos, reproduzi-lo (um número de telefone ou a massa atômica do cádmio) ou predizê-lo (o objeto vai cair ou vai parar, essas nuvens são um presságio de chuva para esta tarde), mas não lhe dar sentido ou o interpretar. Por que e a massa não tem influência na velocidade com que os objetos caem? Por que a água evapora? Por que a massa atômica do cobre é maior que a do hidrogênio? (POZO; GÓMES CRESPO, 2009, p. 79).

As questões apresentadas por Pozo e Gómes Crespo (2009) envolvem interpretação dos fatos a partir da aprendizagem de conceitos. O conceito não é um elemento isolado, mas faz parte de uma hierarquia ou rede de conceitos (COLL *et al*, 1998).

No ensino de Química, estudamos inúmeros conceitos. Dentre eles, pode-se citar: matéria, massa, volume, átomo, fenômenos químico e físico, calor, temperatura. Coll *et al* (1998) explica que os conceitos estão subordinados a princípios.

Dessa forma, “os princípios seriam conceitos muito gerais, com grande nível de abstração, que geralmente são subjacentes à organização conceitual de uma área, embora nem sempre sejam suficientemente explícitos” (POZO; GÓMES CRESPO, p. 79).

No ensino de Ciências, podem-se citar os princípios de conservação da energia e da matéria. Estes princípios, como afirma Coll *et al* (1998), “atravessam” os conteúdos das disciplinas.

Zabala (1998) também apresenta diferenças entre conceitos e princípios.

Os conceitos se referem ao conjunto de fatos, objetos ou símbolos que têm características comuns, e os princípios se referem às mudanças que se produzem num fato, objeto ou situação em relação a outros fatos, objetos ou situações e que normalmente descrevem relações de causa-efeito ou de correlação (ZABALA, 1998, p. 42).

Na aprendizagem de conceitos, o importante é o aluno “dotar de significado um material ou uma informação que lhe é apresentada, ou seja, quando ‘compreende’ esse material; e compreender seria equivalente, mais ou menos, a traduzir algo para as suas próprias palavras” (POZO; GÓMES CRESPO, 2009, p. 82, *aspas do autor*). O aluno precisa saber utilizar o conceito para interpretar e compreender situações e a construção de ideias.

Zabala (1998) dá sugestões de atividades para a abordagem de conteúdos conceituais em sala de aula, dando ênfase à importância de relacionar os conceitos aos conhecimentos prévios dos alunos.

Atividades experimentais que favoreçam que os novos conteúdos de aprendizagem se relacionem substancialmente com os conhecimentos prévios; atividades que promovam uma forte atividade mental que favoreça estas relações; atividades que outorguem significado e funcionalidade aos novos conceitos e princípios; atividades que suponham um desafio ajustado às possibilidades reais, etc. (ZABALA, 1998, p. 43).

Dessa forma, a aprendizagem de conceitos é baseada em procedimentos previamente aprendidos, como ler, observar ou escrever (COLL *et al*, 1998).

Os conteúdos procedimentais, por sua vez, relacionam-se à capacidade de saber fazer com objetos e com informação (COLL *et al*, 1998) e englobam o ensino de regras, técnicas, métodos, destrezas, habilidades, estratégias e procedimentos, que envolvem “um conjunto de ações ordenadas e com um fim, quer dizer, dirigidas para a realização de um objetivo” (ZABALA, 1998, p. 43).

O processo de aprendizagem de procedimentos é diferente de escutar o professor e explicar o que compreendeu. Contudo, Zabala (1998) cita os passos para a aprendizagem de procedimentos. O ponto de partida é a realização de ações que compõem os procedimentos. Após, é preciso exercitar e refletir sobre as ações realizadas: “é preciso ter um conhecimento significativo dos conteúdos conceituais associados ao conteúdo procedimental que se exercita ou se aplica” (ZABALA, 1998, p. 46). E por fim, os procedimentos devem ser aplicados em diferentes contextos.

Pozo e Gómez Crespo (2009) mencionam que ensinar procedimentos envolve técnicas, que são rotinas automatizadas, e estratégias, que buscam o planejamento e tomada de decisão.

O terceiro tipo de conteúdo é o atitudinal, cujos componentes são as atitudes, os valores e as normas.

As atitudes fazem parte do componente comportamental do conteúdo (POZO; GÓMES CRESPO, 2009) e envolvem “tendências ou predisposições relativamente estáveis das pessoas para atuar de certa maneira” (ZABALA, 1998, p. 46). Envolvem a forma como cada pessoa age conforme seus valores. Exemplos de

atitudes são: cooperar com o grupo, ajudar os colegas, respeitar o meio ambiente e participar das tarefas.

Os valores estão relacionados à dimensão afetiva (POZO; GÓMES CRESPO, 2009) e envolvem “os princípios ou as ideias éticas que permitem às pessoas emitir um juízo sobre as condutas e seu sentido” (ZABALA, 1998, p. 46). Solidariedade, respeito aos outros, responsabilidade e liberdade são exemplos de valores.

Com relação às normas, Zabala (1998) as define como padrões ou regras de comportamento que se deve seguir em certas situações, e são o componente cognitivo (POZO; GÓMES CRESPO, 2009). “As normas constituem a forma pactuada de realizar certos valores compartilhados por uma coletividade e indicam o que pode se fazer e o que não pode se fazer neste grupo” (ZABALA, 1998, p. 46 e 47).

Pozo e Gómes Cespo (2009) comentam dos obstáculos de ensinar atitudes, pois os professores estão “acostumados e preparados para ensinar aos alunos as leis da Newton, como se ajusta uma equação química ou qual é a função da membrana plasmática e apresentam dificuldades “para ensinar seus alunos a comportarem-se durante a aula, a cooperar e ajudar seus colegas ou, inclusive, a descobrir o interesse pela ciência como forma de conhecer o mundo que nos rodeia” (POZO; GÓMES CRESPO, 2009, p. 29).

Os mesmos autores comentam que as atitudes são dificilmente fragmentáveis. Elas exigem um trabalho mais contínuo e de longo prazo e são mais gerais, transversais e implícitas, sendo que a mudança é menos perceptível. Entretanto, quando ocorre a aprendizagem dos conteúdos atitudinais, seus resultados são mais duradouros e transferíveis.

A integração entre conteúdos, competências e habilidades e níveis do conhecimento deve ocorrer nas aulas. Esses tópicos relacionados ao ensino de Química estão interligados, pois a aprendizagem de competências e habilidades envolve os aspectos do conhecimento químicos, bem como conceitos, procedimentos e atitudes.

Quando os estudantes necessitam, por exemplo, construir um gráfico, envolve-se o nível representacional do conhecimento químico, o conteúdo procedimental de interpretação da informação e o desenvolvimento, por parte do professor, da competência de representação.

1.3 COMO ENSINAR QUÍMICA?

Para responder a pergunta do título desta seção, deve levar em conta as seguintes considerações:

- Diversas teorias formulam explicações de como o aluno aprende. Portanto, a primeira parte desta seção abordará o *processo de ensino e aprendizagem*.

- Partindo do pressuposto que o professor é aquele que busca formas para que o aluno aprenda, a segunda parte explicará o *papel do professor*.

- As maneiras de possibilitar o ensino e a aprendizagem podem ser variadas: o professor pode utilizar recursos didáticos diferentes, proporcionar que o aluno relacione o conhecimento ao dia a dia, bem como às outras áreas do conhecimento. Todas essas atividades elaboradas pelo professor podem estar organizadas no que Zabala (1998) denomina de *unidades didáticas*, foco da terceira parte desta seção.

O processo de ensino e aprendizagem

Ensino e aprendizagem são processos que estão relacionados, mas não são sinônimos, pois a aprendizagem não é consequência direta do ensino.

A aprendizagem se constrói através da interação entre o sujeito e o seu meio (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007), pois se aprende para viver melhor, confrontando-se informações com a realidade (ANTUNES, 2013). Além disso, a aprendizagem ocorre de forma contínua.

Sabe-se, com base na vivência cotidiana, que as pessoas aprendem o tempo todo. Instigadas pelas relações sociais ou por fatores naturais, aprendem por necessidades, interesses, vontade, enfrentamento, coerção. Sabe-se até que aprendem não só tópicos e assuntos, conhecimentos no sentido mais tradicional, mas também habilidades manuais e intelectuais, o relacionamento com outras pessoas, a convivência com os próprios sentimentos, valores, formas de comportamento e informações, constantemente e ao longo de toda a vida (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007, p. 123).

As concepções do professor relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem irão influenciar as suas decisões com relação ao planejamento,

aplicação e avaliação do ensino (SOLÉ; COLL, 2009). Nesse sentido, Zabala (1998) explica que:

Quando se explica de certa maneira, quando se exige um estudo concreto, quando se propõe uma série de conteúdos, quando se pedem determinados exercícios, quando se ordenam as atividades de certa maneira, etc., por trás destas decisões se esconde uma idéia sobre como se produzem as aprendizagens (ZABALA, 1998, p. 33).

Dessa forma, as concepções do professor podem se constituir um instrumento para a análise das práticas educativas. Na presente tese, serão apresentados e defendidos os fundamentos da concepção construtivista da aprendizagem.

Entende-se, portanto, que aprender não pode ser sinônimo de copiar ou reproduzir a realidade (SOLÉ; COLL, 2009):

Aprender não é fazer fotocópias mentais do mundo, assim como ensinar não é enviar um fax para a mente do aluno, esperando que ele reproduza uma cópia no dia da prova, para que o professor a compare com o original enviado por ele anteriormente (POZO; GÓMES CRESPO, 2009, p. 23).

Dessa forma, aprender não é estar em atitude contemplativa ou absorvente em relação aos dados culturais da sociedade, mas estar ativamente envolvido na interpretação e produção destes dados (CUNHA, 1989).

A partir dessas considerações, o construtivismo está baseado nos seguintes pressupostos: “o conhecimento não é transmitido, mas construído ativamente pelos indivíduos; aquilo que o sujeito já sabe influencia sua aprendizagem” (MACHADO; MORTIMER, 2012, p. 22).

Para entender essa construção, é importante compreender que a nossa estrutura cognitiva é composta por uma rede de esquemas de conhecimento (ZABALA, 1998), sendo que este é “produto da interação entre o aluno, a informação que lhe é exterior e que chega trazida pelo professor ou por outras fontes que instiga o aluno a acessar, e o significado que este aluno lhe atribui” (ANTUNES, 2013, p. 26).

O processo de aprendizagem, portanto, consiste em “um processo de comparação, de revisão e de construção de esquemas de conhecimento sobre os

conteúdos escolares” (ZABALA, 1998, p. 37). Estes esquemas, ao longo da vida, tornam-se mais complexos e adaptados à realidade.

Como resultado do processo, pode-se desenvolver uma aprendizagem significativa - construção de “um significado próprio e pessoal para um objeto de conhecimento que existe objetivamente” (SOLÉ; COLL, 2009, p. 20):

Para que este processo se desencadeie, não basta que os alunos se encontrem frente a conteúdos para aprender; é necessário que diante destes possam atualizar seus esquemas de conhecimento, compará-los com o que é novo, identificar semelhanças e diferenças e integrá-las em esquemas, comprovar que o resultado tem certa coerência etc. Quando acontece tudo isto - ou na medida em que acontece - podemos dizer que está se produzindo uma *aprendizagem significativa* dos conteúdos apresentados (ZABALA, 1998, p. 37, grifo do autor).

A partir dessa compreensão do processo, propõem-se os seguintes questionamentos: Do que depende a aprendizagem? O que influencia a natureza dos esquemas de conhecimento?

O nível de conhecimento do aluno e seus conhecimentos prévios são elementos apontados por Zabala (1998):

As aprendizagens dependem das características singulares de cada um dos aprendizes; correspondem, em grande parte, às experiências que cada um viveu desde o nascimento; a forma como se aprende e o ritmo de aprendizagem variam segundo as capacidades, motivações e interesses de cada um dos meninos e meninas (ZABALA, 1998, p. 34).

A aprendizagem, portanto, deve ser entendida como um processo único e pessoal. Dessa forma, o professor precisa conhecer quem é o seu aluno, “seu anseio, os saberes que carrega como fruto das experiências que viveu, como este aluno se relaciona com as regras sociais existentes” (ANTUNES, 2013, p. 33).

Para isso, o aluno deve ser estimulado a expressar o que pensa e a confrontar seu pensamento com a forma de pensar da ciência, pois as concepções trazidas para as aulas podem ser muito diferentes daquelas aceitas pela comunidade científica (MACHADO; MORTIMER, 2012).

Dessa forma, as concepções construtivistas do processo de ensino e aprendizagem dão ênfase ao aluno como sujeito que precisa agir, expressar o que pensa, aquele que é autor de sua aprendizagem.

O papel do professor

Com base no título desta seção, fazem-se os seguintes questionamentos: Quais devem ser as ações do professor no processo de ensino e aprendizagem? Quais são os desafios que ele enfrenta em sua prática de sala de aula?

O principal objetivo do professor é possibilitar a ação do aluno de aprender (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007).

O aluno precisa construir o seu conhecimento, a fim de se tornar “progressivamente competente e autônomo na resolução de tarefas, na utilização de conceitos, na prática de determinadas atitudes e em numerosas questões” (SOLÉ; COLL, 2009, p. 22). Dessa forma, é importante enfatizar que para alcançar estes objetivos, o aluno precisa vivenciar um processo conjunto, compartilhado de orientação do professor.

A ajuda do professor é fundamental para o ensino e pode variar em quantidade e em qualidade (SOLÉ; COLL, 2009). Esta atitude do professor também é denominada mediação e, de acordo com Libâneo (2010), é importante perante as realidades do mundo atual.

O que se afirma é que o professor medeia a relação ativa do aluno com a matéria, inclusive com os conteúdos próprios de sua disciplina, mas considerando os conhecimentos, a experiência e os significados que os alunos trazem à sala de aula, seu potencial cognitivo, suas capacidades e interesses, seus procedimentos de pensar, seu modo de trabalhar (LIBÂNEO, 2010, p. 30).

O professor, portanto, deve criar condições para a construção de conhecimentos por parte dos alunos, auxiliando-os na utilização de seus conhecimentos prévios, apresentando-lhes conteúdos e relacionando-os com o que já sabem e vivenciam. Logo, o professor também deve ter um papel ativo no processo de ensino e aprendizagem.

Um aspecto importante a se considerar neste momento é que a prática educativa tem caráter bilateral, pois “quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender” (FREIRE, 2002, p. 23). Nesse sentido, Moran (2012) afirma que:

O professor não pode “conhecer” pelo aluno; pode informá-lo, ajudá-lo, aprender com ele, mas quem desenvolve níveis mais superficiais ou profundos de conhecimento é cada pessoa. O aluno aprende, o professor também, juntos (MORAN, 2012, p. 43).

A superação do senso pedagógico comum é um desafio da prática: o professor precisa ter o domínio das teorias científicas, mas isto não basta para ensinar (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007).

Além disso, “toda a prática comunicativa intencional envolve capacidades comunicativas” (LIBÂNEO, 2010, p. 39). A linguagem, portanto, é fundamental, pois a principal ferramenta de trabalho do professor é a palavra (CUNHA, 1989, p. 33). Consequentemente, a educação, de acordo com Moran (2012), abarca o desenvolvimento de todas as formas de comunicação, todas as linguagens: “aprender a dizer-nos, a expressar-nos claramente e captar a comunicação do outro e a interagir com ele” (p. 59).

Outro aspecto importante da prática do professor é a dimensão afetiva. De acordo com Moran (2012), a afetividade é um componente básico do conhecimento relacionado ao sensorial e ao intuitivo.

Ela se manifesta no acolhimento, na empatia, na inclinação, no desejo, no gosto, na paixão, na ternura, na compreensão para consigo mesmo, para com os outros e para com o objeto do conhecimento. A afetividade dinamiza as interações, as trocas, a busca, os resultados. Facilita a comunicação, toca os participantes, promove a união. O clima afetivo prende totalmente, envolve plenamente, multiplica as potencialidades (MORAN, 2012, p. 56).

Dessa forma, o professor tem papel indispensável “para a criação das condições cognitivas e afetivas que ajudarão o aluno a atribuir significados às mensagens e informações recebidas das mídias, multimídias e formas variadas de intervenção educativa urbana” (LIBÂNEO, 2010, p. 29).

De acordo com o mesmo autor, outras atitudes docentes envolvem o conhecimento de estratégias de ensinar a pensar ou ensinar a aprender, a busca da perspectiva crítica dos conteúdos, a atenção à diversidade cultural, o respeito às diferenças e o reconhecimento do impacto das novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) na sala de aula.

Em conformidade com o apresentado anteriormente sobre os conteúdos atitudinais, o professor deve “desenvolver o comportamento ético e saber orientar os

alunos em valores e atitudes em relação à vida, ao ambiente, às relações humanas, a si próprios” (LIBÂNEO, 2010, p. 45).

Para alcançar todas as funções relacionadas à prática do professor, considera-se importante o desenvolvimento dos pressupostos da formação do professor-pesquisador.

Becker (2010) cita algumas funções do trabalho docente: elaborar planos de atividades, reproduzir conteúdos e interpretá-los, observar comportamentos e avaliar processos.

Assim como o cientista do laboratório, ele inventa e implementa ações que produzem novos fenômenos cognitivos, avalia os fenômenos observados, cria novas compreensões desses fenômenos. Ele põe a prova conhecimentos existentes (BECKER, 2010, p. 12).

O mesmo autor enfatiza as diferenças entre o professor-“ensinador” e o professor-pesquisador. O primeiro reduziu suas funções às de uma máquina de ensinar, já o segundo é capaz de construir e reconstruir conhecimentos, pois “o conhecimento nunca inicia do zero e nunca é levado a termo de forma definitiva” (BECKER, 2010, p. 13).

Maldaner (2013) cita alguns requisitos do professor-pesquisador, que envolvem a prática de forma crítica, o diálogo e a função da avaliação.

[...] é aquele capaz de refletir a respeito de sua prática de forma crítica, de ver a sua realidade de sala de aula para além do conhecimento na ação e de responder, reflexivamente, aos problemas do dia a dia. É o professor que explicita suas teorias tácitas, reflete sobre elas e permite que os alunos expressem o seu próprio pensamento e estabeleçam um diálogo reflexivo recíproco para que, dessa forma, o conhecimento e a cultura possam ser criados e recriados junto a cada indivíduo. É o professor-pesquisador que vê a avaliação como parte do processo e ponto de partida para novas atividades e novas tomadas de rumo em seu programa de trabalho (MALDANER, 2013, p. 30).

O profissional, com as características acima citadas, precisa estar presente nas salas de aula. Dessa forma, pesquisar faz parte da função docente (BECKER, 2010). Moreira (1988) explica que o professor é aquele que está em melhores condições de investigar situações de ensino e aprendizagem, em sala de aula, comparado com um pesquisador externo.

Para desenvolver a prática reflexiva, Schön (2000) considera as seguintes ideias: conhecer-na-ação, reflexão-na-ação e reflexão sobre a reflexão-na-ação.

Conhecer-na-ação está relacionada ao conhecimento revelado na ação: “performances físicas, publicamente observáveis, como andar de bicicleta, ou operações privadas, como a análise instantânea de uma folha de balanço” (SCHÖN, 2000, p. 31).

Com observação e reflexão é possível fazer uma descrição do saber tácito envolvido na ação.

Podemos fazer referência, por exemplo, às sequências de operações e procedimentos que executamos; aos indícios que observamos e às regras de seguimos; ou aos valores, às estratégias e aos pressupostos que formam nossas “teorias de ação” (SCHÖN, 2000, p. 31).

Schön (2000) também observa que estas descrições serão sempre construções. A partir daí, questiona-se: quando o professor, na sua prática, conhece-na-ação?

Não é sempre que, através do conhecer-na-ação, faz-se todas as tarefas.

Uma rotina comum produz um resultado inesperado, um erro teima em resistir à correção, ou, ainda que ações comuns produzam resultados comuns, há algo nelas que nos parece estranho, porque passamos a vê-las de uma outra maneira (SCHÖN, 2000, p. 32).

Uma das alternativas, quando se depara com um resultado inesperado, é a reflexão-na-ação: a reflexão no meio da ação, sem interrompê-la. “Em um presente-da-ação, [...] durante o qual ainda se pode interferir na situação em desenvolvimento, nosso pensar serve para dar nova forma ao que estamos fazendo, enquanto ainda o fazemos - refletimos-na-ação” (SCHÖN, 2000, p. 32).

O autor citado descreve uma sequência de “momentos” no processo de reflexão-na-ação. Estes “momentos” envolvem uma situação de ação e uma situação considerada surpresa (quando os resultados encontrados não estão de acordo com o que se conhece). A partir daí, reflete-se sobre a surpresa no presente-na-ação, com o objetivo de “reestruturar as estratégias de ação, as compreensões de fenômenos ou as formas de conceber problemas” (SCHÖN, 2000, p. 33). Por último, aplica-se esta reestruturação de ações.

Dessa forma, “o que se distingue a reflexão-na-ação de outras formas de reflexão é sua imediata significação para a ação” (SCHÖN, 2000, p. 34).

A reflexão sobre a reflexão-na-ação acontece, por sua vez, “pensando retrospectivamente sobre o que fizemos, de modo a descobrir como nosso ato de conhecer-na-ação pode ter contribuído para um resultado inesperado” (SCHÖN, 2000, p. 32).

O profissional, na reflexão sobre a reflexão-na-ação, vai refletir posteriormente sobre suas ações, mas distante das mesmas. Dessa maneira, posiciona-se criticamente perante os problemas, normalmente a partir de uma descrição verbal dos mesmos e, ao refletir sobre a reflexão-na-ação, ele pode influir, alterar e elaborar novas ações (RIBEIRO, 2005).

O ensino como uma atividade reflexiva, defendido na presente pesquisa, é uma tendência atual nas investigações. Libâneo (2010) menciona que a capacidade reflexiva do professor sobre sua prática “implicaria por parte do professor uma intencionalidade e uma reflexão sobre o seu trabalho” (p. 85).

Além dos tópicos apresentados nesta seção, responde-se a pergunta “Como ensinar Química?” utilizando recursos didáticos e metodologias de ensino. Nessa pesquisa, defende-se que as aulas podem estar organizadas na forma de unidades didáticas.

Unidades didáticas

Como mediador do processo de ensino e aprendizagem, o professor pode organizar suas aulas a partir da construção de unidades didáticas.

De acordo com Zabala (1998), as unidades didáticas envolvem sequências de atividades. Estas sequências, também denominadas pelo autor de sequências didáticas, englobam um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA, 1998, p. 18).

As unidades, portanto, são compostas de atividades, que são os elementos básicos do processo de aprendizagem. As atividades podem ser variadas: um experimento, um vídeo, um exercício ou uma explicação.

Através da elaboração de atividades diferentes, podem-se superar algumas dificuldades do ensino de Química encontradas nas salas de aulas ainda hoje.

Dentre elas, citam-se a ênfase dada à memorização, a ausência de atividades experimentais, a dogmatização do conhecimento científico e a desvinculação do conhecimento químico com a vida cotidiana (BELTRAN; CISCATO, 1991).

Além disso, os PCNEM citam que as informações envolvendo conceitos químicos veiculadas pela mídia são superficiais, errôneas e exageradamente técnicas, o que pode levar a uma compreensão unilateral da realidade.

Transforma-se a Química na grande vilã do final do século, ao se enfatizar os efeitos poluentes que certas substâncias causam no ar, na água e no solo. Entretanto, desconsidera-se o seu papel no controle das fontes poluidoras, através da melhoria dos processos industriais, tornando mais eficaz o tratamento de efluentes (BRASIL, 1999, p. 30).

Para superar esses obstáculos, à elaboração das unidades podem-se associar a contextualização e a experimentação.

Com relação à contextualização, os PCNEM a citam como um dos princípios de organização do currículo por meio de temas de vivência dos alunos (BRASIL, 1999). Além disso, Wartha e Faljoni-Alário (2005) complementam que contextualizar também é incorporar o aprendizado em outras vivências.

É assumir que todo o conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. Contextualizar é construir significados e significados não são neutros, incorporam valores porque explicitam o cotidiano, constroem compreensão de problemas do entorno social e cultural, ou facilitam viver o processo de descoberta (WARTHA; FALJONI-ALÁRIO, 2005, p. 43 e 44).

Nesse sentido, buscar o significado do conhecimento a partir de contextos reais pode levar o aluno a compreender a relevância e aplicar o conhecimento para entender os fatos, tendências, fenômenos, processos que o cercam (WARTHA; FALJONI-ALÁRIO, 2005).

Com relação à experimentação, os PCN+ afirmam que existem diferentes modalidades de realizá-las: experimentos de laboratório, demonstrações em sala de aula e estudos do meio.

Qualquer que seja o tipo, essas atividades devem possibilitar o exercício da observação, da formulação de indagações e estratégias para respondê-las, como a seleção de materiais, instrumentos e procedimentos adequados, da escolha do espaço físico e das condições de trabalho seguras, da análise e sistematização de dados (BRASIL, 2002, p. 108).

Recomenda-se que as atividades experimentais não sejam utilizadas apenas para comprovar a teoria no laboratório (LIMA; MARCONDES, 2005).

Dessa forma, através da experimentação, podem-se trabalhar demonstrações, atividades prático-experimentais dirigidas pelo professor ou por roteiros, sendo que todas podem ser úteis e estão relacionadas aos objetivos do professor. Os estudantes também podem vivenciar investigações ou problemas práticos mais abertos (BORGES, 2002).

Dessa forma, considera-se relevante a inserção de elementos como a contextualização e a experimentação nas atividades, princípios constituintes das atividades didáticas.

Estas, por sua vez, devem possibilitar a construção de aprendizagens, ou seja, a integração, a modificação, o estabelecimento de relações e a coordenação de esquemas de conhecimento.

Além disso, a experimentação e a contextualização são os princípios que estão relacionados aos objetivos do ensino de Química, ciência considerada um meio para utilizar e interpretar o mundo, uma construção histórica e um instrumento da formação humana.

Aprender Química engloba o entendimento de modelos explicativos relacionados à estrutura da matéria, dos fenômenos que acontecem no mundo macroscópico e das formas de representação destes fenômenos.

Estes aspectos do conhecimento químico estão relacionados às competências e habilidades descritas nos PCNEM, que envolvem conceitos, procedimentos e atitudes de aprendizagem.

O ensino de Química também precisa ser relacionado aos seguintes tópicos: cidadania, trabalho, capacidade de aprender de forma permanente, ética, autonomia, fundamentos da ciência e da tecnologia, educação em direitos humanos, sustentabilidade ambiental e às dimensões trabalho, tecnologia, cultura e ciência. Estes, por sua vez, constituem objetivos do ensino médio.

Tendo como base os aspectos da prática educativa, no Capítulo 2 serão apresentados os aspectos metodológicos da pesquisa.

2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

No presente capítulo, serão apresentados os aspectos metodológicos da pesquisa. Uma pesquisa, de acordo com Luna (2010), precisa apresentar três requisitos básicos: “a existência de uma pergunta que se deseja responder; a elaboração (e sua descrição) de um conjunto de passos que permitam obter a informação necessária para respondê-la; a indicação do grau de confiabilidade na resposta obtida” (p. 29).

A partir da análise dos passos apresentados, é possível avaliar o produto construído ao longo da pesquisa, segundo os parâmetros do seu referencial. Portanto, ao longo do presente capítulo, apresentam-se o contexto da pesquisa, os pressupostos da metodologia da pesquisa - a pesquisa-ação, os instrumentos de pesquisa, bem como a análise de artigos de periódicos nacionais com relação à Termoquímica, Cinética Química e Química Orgânica.

2.1 O CONTEXTO DA PESQUISA E OS CONDICIONANTES DA PRÁTICA

Determinadas pelas suas condições histórico-sociais, cada escola possui sua realidade, seus valores, sua configuração. Por isso, Cunha (1989) explica que a escola é uma instituição contextualizada.

Há toda uma confluência de fatores que determinam seu perfil e suas manifestações. O professor com relação à escola é, ao mesmo tempo, determinante e determinado. Assim como seu modo de agir e de ser, recebem influências do ambiente escolar, também influenciam este mesmo ambiente (CUNHA, 1989, p. 22).

Diversas são as variáveis, portanto, que intervêm na prática docente. Entretanto, “os processos educativos são suficientemente complexos para que não seja fácil reconhecer todos os fatores que os definem” (ZABALA, 1998, p. 16).

Dessa forma, ao longo dessa seção, buscam-se apontar alguns desses fatores, que determinam a prática docente e constituem o contexto da pesquisa.

A presente pesquisa foi realizada durante a prática docente da professora e pesquisadora, autora desse trabalho, em uma turma de uma escola da região central do Rio Grande do Sul. A turma era composta por onze alunos: seis meninos e cinco

meninas, que tinham idade entre quinze e dezessete anos. Eram adolescentes, que tinham dedicação em tempo integral aos estudos (apenas um aluno trabalhava no turno da tarde) e que também tinham acesso a aparatos tecnológicos, como computadores, *tablets* e *smartphones*. Ao longo desse trabalho, os alunos são designados por números.

A escola faz parte de uma rede de escolas particulares, que possui instituições na maioria das regiões do Brasil. Os conteúdos trabalhados durante as aulas de Química, assim como nas demais disciplinas, deveriam ser aqueles exigidos nos exames de ingresso às universidades. Ao ingressarem no ensino médio, os alunos fizeram a compra de livros de cada disciplina, que deveriam ser utilizados pelos professores, considerando o investimento feito pela família. Para a disciplina de Química, os alunos adquiriram a 3ª edição, em volume único, do livro “Química na abordagem do cotidiano”, dos autores Tito e Canto.

A avaliação proposta pela escola era padronizada, ou seja, todos os professores deveriam se basear nos critérios definidos pela instituição: os trabalhos e os testes tinham peso quatro; a avaliação final sem consulta também com peso quatro, na forma de prova, que deveria ser feita ao final do trimestre, em data previamente marcada pela supervisão; e a avaliação qualitativa, com peso dois, que considerava a assiduidade, a responsabilidade, participação, respeito e cooperação do estudante nas atividades propostas.

A escola possuía um laboratório de Ciências, com vidrarias, bancadas e reagentes básicos, e um laboratório de informática, com cerca de quinze computadores e acesso à internet.

A pesquisadora era funcionária da instituição desde 2011 e foi professora de Química no ensino médio da turma envolvida. A pesquisa foi realizada durante os meses de setembro a dezembro de 2013 e fevereiro a junho de 2014.

Os conteúdos das unidades didáticas - Termoquímica, Cinética Química e Química Orgânica - foram escolhidos por terem sido trabalhados com os alunos que, em 2013, cursavam o 2º ano e, em 2014, o 3º ano do ensino médio.

Através da análise do contexto da pesquisa, podem ser identificados os seguintes condicionantes:

- Os alunos, com relação às suas características e objetivos: o ritmo e as preferências da turma norteiam o planejamento das atividades, bem como as suas

pretensões (continuação dos estudos na universidade) e o tempo disponível para os estudos;

- A escola, com relação aos seus pressupostos (possibilitar aos alunos o ingresso à universidade e conseqüentemente, o ensino dos conteúdos de Química que são cobrados nos exames de ingresso), aos materiais de apoio (livros didáticos adquiridos pelos alunos), às formas de avaliação (avaliação padronizada, definida a partir de provas, testes, trabalhos e avaliação qualitativa) e à infraestrutura disponível (laboratórios de ciências e informática e reagentes disponibilizados);

- A própria professora, com relação à sua experiência docente e ao tempo destinado para planejamento das atividades, pois durante o planejamento e a implementação das unidades, a autora deste trabalho trabalhava em três escolas. É importante mencionar que o envolvimento do professor com atividades escolares, como planejamento de aulas, correção de provas e trabalhos, preenchimento do diário de classe e atividades extraclasse, como eventos relativos a datas comemorativas e exposições, é expressivo.

2.2 A PESQUISA-AÇÃO

Expressão utilizada pela primeira vez por Kurt Lewin, na década de 1940, a pesquisa-ação designa um processo utilizado para preparar o profissional que pesquisa sua prática (PEREIRA, 1998).

A pesquisa-ação em educação se constitui, hoje, em um movimento bastante difundido, principalmente na Inglaterra, Austrália, Canadá, Alemanha, Áustria, Espanha e Estados Unidos. No Brasil, essa perspectiva do professor como pesquisador vem sendo considerada, nos últimos anos, mais acentuadamente, pelos movimentos de reestruturação dos cursos de formação de professores e de educação continuada, com a preocupação de preparar o profissional que pesquisa a sua prática (PEREIRA, 1998, p. 153 e 154).

Social, participativa, prática, colaborativa, emancipatória, crítica e recursiva são adjetivos que podem ser atribuídos à pesquisa-ação (KEMMIS; WILKINSON, 2011). As práticas de mudança que englobam a pesquisa-ação são um processo social, pois são construídas na interação social entre pessoas (KEMMIS; MCTAGGART, 2005, p. 277).

Kemmis e Wilkinson (2011) explicam que neste tipo de pesquisa “as pessoas procuram entender - individualmente ou coletivamente - como são construídas e reconstruídas enquanto indivíduos, e em relação umas às outras, em uma variedade de contextos” (p. 42). Como exemplos de contextos, citam o trabalho em conjunto de professores e do professor junto aos alunos para melhorar o processo de ensino e aprendizagem na sala de aula.

A pesquisa-ação envolve práticas reais, e não abstratas (KEMMIS; MCTAGGART, 2005). É um processo de aprendizado cujos frutos são as mudanças reais e materiais: naquilo que as pessoas fazem; em como interagem com o mundo e com os outros; em suas intenções e naquilo que valorizam; nos discursos nos quais entendem e interpretam o mundo (KEMMIS; WILKINSON, 2011).

Os autores citados também consideram a pesquisa-ação como participativa, pois envolve pessoas para o exame de seu conhecimento e categorias interpretativas. As pessoas só podem realizar pesquisa-ação “sobre” elas mesmas - não é uma pesquisa realizada sobre os outros.

É um processo no qual cada indivíduo de um grupo procura participar da condução de como seu conhecimento modela sua noção de identidade e de ação, e refletir criticamente sobre como seu conhecimento atual estrutura e restringe sua ação (KEMMIS; WILKINSON, 2011, p. 42).

Dessa forma, a pesquisa-ação “é prática e colaborativa, pois envolve pessoas para a análise das ações que as ligam a outras pessoas na interação social” (KEMMIS; MCTAGGART, 2005, p. 282). Pereira (1998) explica que o professor procura trabalhar o conhecimento já existente, estabelecendo relações entre a teoria, a ação e o contexto particular. “Nessa ênfase de pesquisa, os problemas a serem pesquisados só surgem na prática e o envolvimento do prático é uma necessidade indispensável” (PEREIRA, 1998, p. 163).

Elliott (1978) complementa que este tipo de pesquisa tem seus interesses nos problemas práticos do dia a dia, que são vivenciados pelos professores, e pode ser desenvolvida por eles mesmos.

A pesquisa-ação também é recursiva, reflexiva, dialética: Kemmis e McTaggart (2005) explicam que as pessoas investigam a realidade para mudá-la e mudam a realidade para investigá-la. De acordo com Carr e Kemmis (1986), os

objetos da pesquisa-ação são as próprias práticas educacionais, seus entendimentos destas práticas e as situações em que eles praticam.

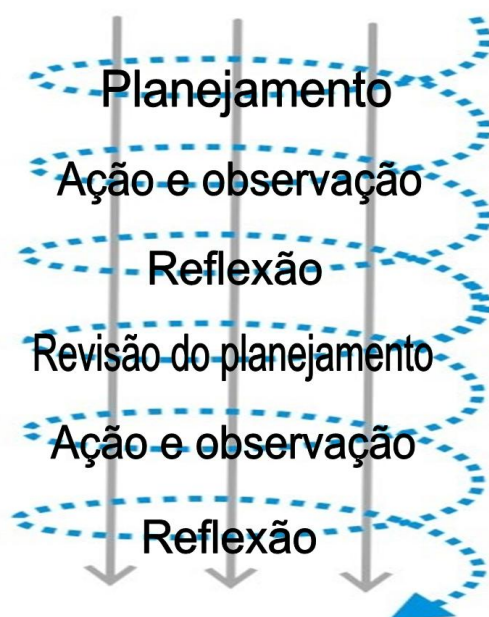
Por meio da pesquisa-ação, as pessoas podem vir a entender suas práticas sociais e educacionais de uma maneira mais rica ao localizarem suas práticas, o mais concreta e precisamente possível, nas circunstâncias materiais, sociais e históricas específicas, dentro das quais essas práticas são produzidas, desenvolvidas e onde evoluem - para que suas práticas reais tornem-se acessíveis à reflexão, discussão e reconstrução enquanto produtos de circunstâncias passadas, que são capazes de serem modificadas rumo a circunstâncias presentes e futuras (KEMMIS; WILKINSON, 2011, p. 45).

De acordo com Pereira (1998), a pesquisa-ação unifica processos (ensino, avaliação, pesquisa e desenvolvimento profissional): “Integra ensino e desenvolvimento do professor, desenvolvimento do currículo e avaliação, pesquisa e reflexão filosófica em uma concepção holística de prática reflexiva e educativa” (p. 167).

Finalizando, este tipo de pesquisa envolve uma espiral de ciclos autorreflexivos, representados pela Figura 2. A pesquisa-ação envolve as seguintes etapas:

- planejamento de uma mudança;
- ação e observação do processo e das conseqüências dessa mudança;
- reflexão sobre esses processos e suas conseqüências, e então;
- replanejamento, e assim por diante (KEMMIS; WILKINSON, 2011, p. 39).

Figura 2 - Espiral de ciclos autorreflexivos na pesquisa-ação



Fonte: Elaborada pela autora.

A pesquisa que constitui essa tese possui as características que permitem classificá-la como pesquisa-ação. Dentre elas, pode-se citar que é uma pesquisa feita entre alunos e professora e que busca alcançar mudanças na prática docente e no processo de ensino e aprendizagem. Além disso, a professora ensina e pesquisa o seu próprio contexto.

O planejamento da mudança, primeira etapa da pesquisa-ação, relaciona-se à prática educativa. Como ações, na segunda etapa, foram planejadas e implementadas unidades didáticas sobre os conteúdos de Termoquímica, Cinética Química e Química Orgânica, considerando o contexto da pesquisa e uma revisão prévia das pesquisas da área de ensino de Ciências sobre os referidos tópicos.

Durante a terceira etapa, na reflexão sobre os processos e suas conseqüências, os materiais de pesquisa, como o planejamento das unidades e o diário de aula da professora, são analisados com base na aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, conforme Zabala (1998), Coll *et al* (1998) e Pozo e Gómez Crespo (2009). Primeiramente, é feita a identificação e caracterização dos conteúdos que poderiam ser desenvolvidos ao longo das aulas, uma construção da professora e pesquisadora. Posteriormente, os conteúdos são

analisados, utilizando os materiais dos alunos, o diário de aula e as pesquisas da área.

Ao longo desse processo, pode-se avaliar a prática educativa, refletir sobre as ações, e replanejar as atividades, conforme o ciclo proposto na pesquisa-ação.

2.3 OS INSTRUMENTOS DA PESQUISA

O corpus de análise da pesquisa é composto dos seguintes instrumentos: planejamento das unidades, os materiais produzidos pelos alunos durante as aulas e o diário de aula da professora, utilizados para a coleta de dados que, após a análise, constituirão os resultados dessa pesquisa.

Os materiais dos alunos englobam as seguintes atividades: atividades avaliativas, na forma de trabalho, com consulta; avaliações trimestrais, individuais e sem consulta; relatórios das atividades experimentais e tarefas feitas no *site* FISQUIM¹.

O diário de aula é uma técnica de documentação, onde “professores e professoras anotam suas impressões sobre o que vai acontecendo em suas aulas” (ZABALZA, 2004, p. 13).

Para escrever o diário, devem-se considerar os seguintes fenômenos:

(a) o processo de se tornar consciente da própria atuação ao ter de identificar seus componentes para narrá-los; (b) o processo de recodificar essa atuação (transformar a ação em texto) o possibilita a racionalização das práticas e sua transformação em fenômenos modificáveis (e, portanto, possíveis de melhorar) (ZABALZA, 2004, p. 27).

O diário, portanto, pode ser um instrumento de coleta e análise de informações relacionadas à própria prática, permitindo revisá-la e ajustá-la (ZABALZA, 2004). Logo, é um recurso importante para a pesquisa-ação, como a desenvolvida durante a presente pesquisa.

Os diários propiciam o acesso ao dia a dia e aos dilemas relacionados à atuação profissional dos professores, bem como à avaliação e ao reajuste de processos didáticos. Finalizando, o uso deste instrumento vem ao encontro dos objetivos desse trabalho, pois “os diários se tornam recursos de reflexão sobre a

¹ O *site* FISQUIM será descrito no capítulo 3.

própria prática profissional e, portanto, instrumento de desenvolvimento e melhoria da própria pessoa e da prática profissional que exerce” (ZABALZA, 2004, p. 10).

2.4 AS PESQUISAS SOBRE TERMOQUÍMICA, CINÉTICA QUÍMICA E QUÍMICA ORGÂNICA

Uma das etapas da pesquisa consiste na revisão bibliográfica, que busca analisar os artigos publicados em periódicos nacionais da área de ensino de Ciências.

Essa etapa da pesquisa está baseada na análise documental, que, de acordo com Lüdke e André (1986), se constitui em uma técnica válida de abordagem de dados qualitativos, seja complementando as informações obtidas através de outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema.

Os artigos foram utilizados em dois momentos durante a presente pesquisa: primeiramente, uma análise prévia foi feita sobre o que estava sendo publicado na área de ensino de Ciências e que poderia ser utilizada na elaboração das unidades. Já no segundo momento, buscou-se através da revisão dos artigos elementos para interpretar os resultados da prática educativa, na reflexão sobre a reflexão na ação, apresentada no Capítulo 4.

Os periódicos que foram selecionados para análise documental são bem avaliados pelo Sistema Qualis na área de Ensino, de acordo com Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), conforme descrito na Tabela 1. De acordo com a Capes (2014), o Qualis é o conjunto de procedimentos utilizados pela instituição para a estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação e afere a qualidade dos artigos e de outros tipos de produção.

Tabela 1 - Avaliação do Sistema Qualis na área de Ensino dos periódicos selecionados

Periódicos da área de Ensino	Avaliação do Sistema Qualis (2010-2012)
Ciência & Educação	A1
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	A2
Investigações em Ensino de Ciências	A2
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	A2
Química Nova na Escola	B1

Fonte: Capes (2014).

Os periódicos foram analisados no período de tempo descrito na Tabela 2 e compreende todos os volumes e números disponibilizados de forma *online*.

Tabela 2 - Período de tempo analisado dos periódicos selecionados

Periódico	Período analisado
Ciência & Educação	1998-2014
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	1999-2014
Investigações em Ensino de Ciências	1996-2014
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2001-2014
Química Nova na Escola	1995-2014

Fonte: Sites dos periódicos.

Para a caracterização das pesquisas sobre o ensino de Termoquímica, foram selecionados os artigos nos quais os termos *Termoquímica*, *calor*, *endotérmico* ou *exotérmico* estivessem presentes no título, no resumo ou nas palavras-chave.

Já para a caracterização das pesquisas sobre o ensino de Cinética Química, os artigos selecionados foram aqueles que continham os termos *cinética* e *velocidade da reação* no título, no resumo ou nas palavras-chave. O termo

orgânico(a) foi considerado na seleção dos artigos sobre o ensino de Química Orgânica. Buscaram-se, nos periódicos, pesquisas que fossem relacionados ao ensino da disciplina de Química no ensino médio.

Após a seleção dos artigos, os mesmos foram caracterizados com relação aos seguintes critérios:

- Periódico;
- Ano de publicação;
- Foco do artigo.

O foco do artigo considera o objetivo do mesmo e foi classificado de acordo com os procedimentos da análise de conteúdo (BARDIN, 1977).

A análise de conteúdo, de acordo com a referida autora, compreende três fases: a pré-análise; a exploração do material; e o tratamento dos dados, a inferência e a interpretação. A pré-análise consiste na fase de organização, que envolve a escolha dos documentos submetidos à análise, a formulação das hipóteses e dos objetivos e a fundamentação de indicadores que embasam a interpretação final (BARDIN, 1977, p. 95). A exploração do material engloba as operações de codificação, desconto ou enumeração, de acordo com as regras elaboradas durante a pré-análise. Já na última fase, os resultados obtidos são tornados significativos e válidos, e podem ser submetidos às provas estatísticas e testes de validação.

Após a leitura dos artigos, os focos construídos nos quais os artigos foram classificados englobam as seguintes categorias:

- Aspectos conceituais (AC): são classificados nesta categoria artigos teóricos que exploram conceitos científicos ou temas, tópicos sobre o desenvolvimento da Ciência e pesquisas feitas a partir de livros didáticos.

- Propostas de Ensino (PE): artigos que apresentam atividades e recursos didáticos a fim de facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

- Investigações em sala de aula (ISA): artigos que apresentam investigações sobre problemas e alternativas para o ensino médio, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões de investigação e procedimentos metodológicos adotados e a análise dos resultados.

As análises dos periódicos com relação aos artigos que englobam o ensino de Termoquímica, Cinética Química e Química Orgânica são apresentadas nas

próximas seções e foram utilizadas como subsídios para o planejamento, a aplicação e a avaliação das unidades didáticas, além de propiciarem elementos para a reflexão da prática docente e re-elaboração das atividades.

2.4.1 O ensino de Termoquímica nos periódicos nacionais

A Termoquímica é um ramo da Termodinâmica, que consiste no estudo da energia envolvida nas transformações (SANTOS *et al*, 2005). “As leis da termodinâmica governam a Química. Elas explicam por que as reações ocorrem e permitem a predição do calor que elas liberam e o trabalho que podem executar” (ATKINS; JONES, 2012, p. 235).

A energia, principal conceito no estudo da Termoquímica, é a base da vida. A palavra energia é originada a partir do grego: *energéia*, que significa força ou trabalho. De acordo com Mortimer e Amaral (1998), a definição clássica de energia é a capacidade de realizar trabalho e está relacionada ao uso das primeiras máquinas térmicas. A sobrevivência humana é relacionada ao uso da energia:

Praticamente todas as formas de energia que conhecemos dependem, direta ou indiretamente, da energia luminosa que recebemos do sol. A fotossíntese é o processo fundamental pelo qual as plantas usam energia solar para transformar gás carbônico e água em alimentos e combustíveis. Nosso corpo depende da energia dos alimentos para executar suas funções vitais. Mesmo a energia usada nos transportes e na produção da maioria dos materiais provém de combustíveis fósseis, que em última análise originaram-se também por fotossíntese. A obtenção de tanta energia para o consumo humano tem causado muitos problemas ambientais - a poluição nas grandes cidades, o aumento do efeito estufa e a chuva ácida, entre tantos outros (MORTIMER; AMARAL, 1998, p. 6).

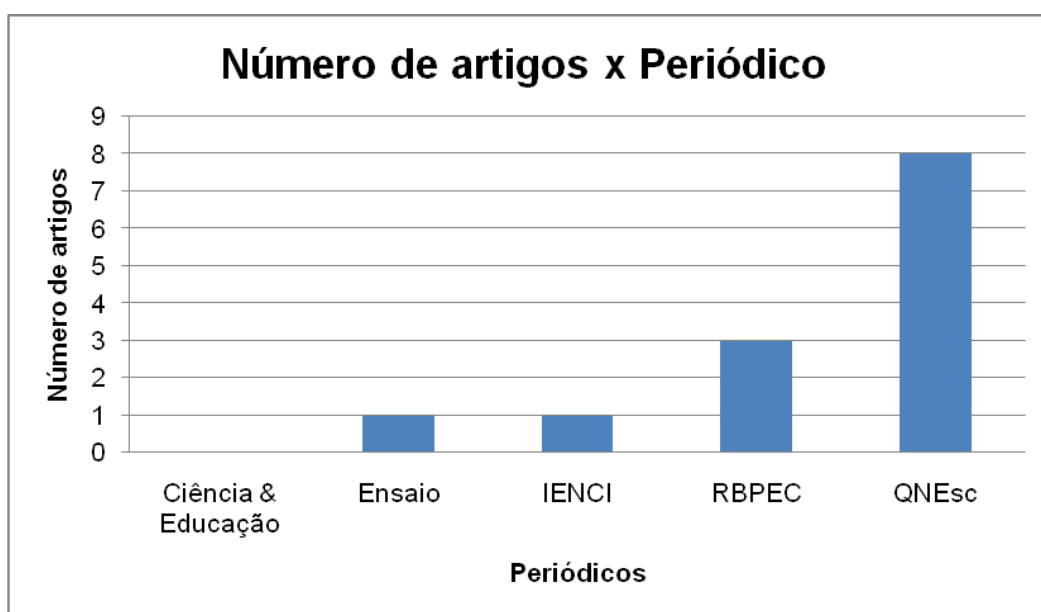
De acordo com Atkins e Jones (2012), usamos a energia em suas várias formas em processos que envolvem a liberação, a absorção, a transferência e a conversão de energia, sendo que “o acesso à energia é um dos problemas principais que afetam a humanidade” (p. 235).

Entretanto, o entendimento de conceitos relacionados à energia, ao calor, à temperatura apresenta dificuldades, relacionadas à necessidade de abstração e às concepções alternativas dos alunos, apresentadas em pesquisas da área de ensino de Ciências. A partir daí, novas estratégias de ensino podem ser utilizadas para a abordagem deste conteúdo em salas de aula, orientando as pesquisas na área de

ensino de Química.

Após a análise dos periódicos, constatou-se que treze artigos se enquadraram nos critérios propostos. No Gráfico 1, estão relacionados o número de artigos por periódico. Na QNEsc, foi encontrado o maior número de publicações.

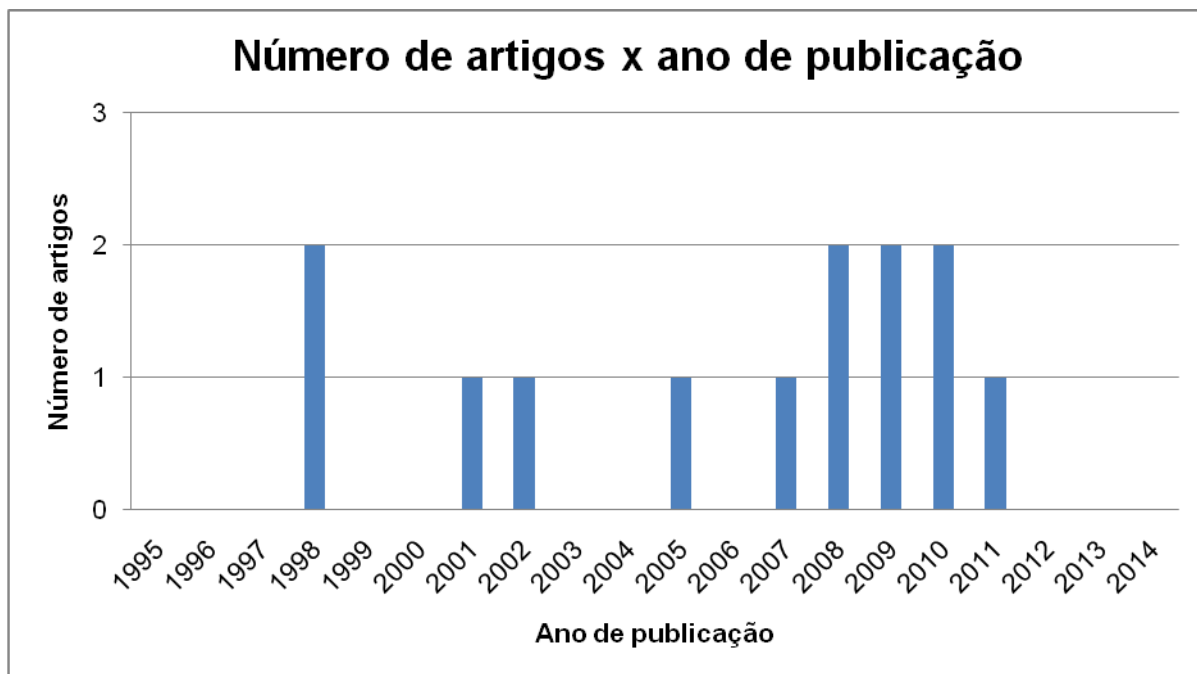
Gráfico 1 - Relação do número de artigos sobre Termoquímica por periódico



Fonte: Elaborado pela autora.

Com relação ao ano de publicação, constatou-se que as publicações cresceram nos últimos dez anos (Gráfico 2). De 1995 a 2004, apenas quatro artigos foram publicados nos periódicos selecionados, enquanto que, de 2005 a 2014, a quantidade cresceu para nove artigos.

Gráfico 2 - Relação do número de artigos sobre Termoquímica por ano de publicação



Fonte: Elaborado pela autora.

Com relação ao foco do artigo, quatro publicações enfatizam os conceitos de Termoquímica, e fazem parte da categoria aspectos conceituais (AC). A mesma quantidade de artigos apresenta metodologias de ensino e aprendizagem, formando a categoria propostas de ensino (PE). As pesquisas feitas em sala de aula envolvendo o ensino de Termoquímica são a ênfase de cinco publicações, englobando a categoria investigações em sala de aula (ISA). A seguir, é apresentada a análise dos artigos de Termoquímica, com base nas categorias apresentadas.

Aspectos conceituais da Termoquímica

No primeiro artigo da categoria, Oliveira e Santos (1998) explicam o desenvolvimento das pesquisas relacionadas ao conceito de energia.

Primeiramente, relatam a importância do fogo, pois a partir de sua conservação e sua produção, o homem obteve proteção, aquecimento, preservação de alimentos e iluminação (SCHEFFER, 1997).

Os estudos de Francis Bacon (1561-1626) e sua intenção de colocar o calor a serviço da humanidade e a elaboração das tábuas baconianas, bem como os de Lavoisier (1743-1794) e sua “hipótese calórica”, antecederam as aplicações do calor no campo industrial: no século XVIII, o escocês James Watt patenteou a primeira máquina a vapor. Este acontecimento, bem como suas consequências, principiou o estudo dos fenômenos térmicos, ciência denominada Termodinâmica (OLIVEIRA; SANTOS, 1998).

A relação química *versus* energia e o princípio da conservação são discutidos por Oliveira e Santos (1998), que questionam a visão simplista de energia química transmitida através de alguns livros didáticos: “estatuto de algo que é facilmente compreensível, bastando vinculá-la à ocorrência de algum tipo de reação química” (p. 20). Finalizando, os autores propõem a utilização do termo “energias envolvidas nos processos químicos” em vez de energia química.

Através do estudo do artigo de Oliveira e Santos (1998) em sala de aula, os alunos podem compreender o desenvolvimento do conceito de energia e entender a ciência como um processo, “como fonte de abertura do pensamento, a qual se dá por meio da retificação de antigos conceitos com respeito ao que a razão tomava por expressão final de verdade” (p. 21). Os professores também podem analisar os livros didáticos que utilizam com relação à definição de energia química.

Amaral e Mortimer (2001), no segundo artigo da categoria, analisam as ideias presentes nas concepções dos alunos e as encontradas no desenvolvimento histórico do conceito de calor. Utilizando a ideia de perfil conceitual apresentada por Mortimer (1995), o conceito de obstáculo epistemológico de Bachelard e a caracterização ontológica do conhecimento de Chi, as ideias são estruturadas em diferentes zonas que constituem o perfil conceitual de calor.

A noção de perfil conceitual (MORTIMER, 1995) estabelece que um único conceito pode estar disperso entre vários tipos de pensamento filosófico e apresentar características ontológicas também diversas, de forma que qualquer pessoa pode possuir mais de uma forma de compreensão da realidade, que poderá ser usada em contextos apropriados (AMARAL; MORTIMER, 2001, p. 6).

A partir da elaboração do perfil, as ideias são estruturadas em diferentes zonas, sendo que cada zona é uma forma de pensar e falar com a realidade, que convive com outras diferentes formas no mesmo indivíduo. Com relação ao conceito

de calor, os autores apontaram as seguintes zonas: realista, animista, substancialista, empírica e racionalista.

Os autores ainda apontam que o mesmo aluno pode apresentar mais de uma forma de pensar sobre o conceito, e que “a geração de novos significados em sala de aula de ciências é considerada a partir das relações entre esses modos de pensar e formas de falar, onde diferentes modos de pensar estão entrelaçados a diferentes formas de falar” (MORTIMER; AMARAL, 2001, p. 16).

A partir do estudo do artigo de Mortimer e Amaral (2001), os professores podem identificar os obstáculos que os alunos têm com relação à aprendizagem do conceito de calor e propor atividades para superá-los.

No terceiro artigo da categoria, Silva (2005) apresenta o conceito de entalpia elaborado na construção da teoria termodinâmica e como este conceito é apresentado nos livros didáticos e suas implicações para o ensino.

O autor considera a entalpia “um instrumento - uma função termodinâmica - que possibilita o cálculo do calor envolvido em transformações isobáricas, porque a variação de entalpia nessas transformações é numericamente igual à quantidade de calor transferida entre sistema e vizinhança” (p. 23). Entretanto, frequentemente a entalpia é entendida como o calor trocado entre sistema e vizinhanças e conteúdo energético de um sistema (SILVA, 2005), ideia que não deveria ser incorporada no ensino, considerando que o calor é um processo de transferência de energia associada a uma diferença de temperaturas. A entalpia torna-se apenas uma ferramenta para ser utilizada nos cálculos termoquímicos, entendida como sinônimo de calor e é apenas memorizada no processo de ensino.

Com base no exposto, Silva (2005) propõe como anuncia o título, que o conceito de entalpia não seja estudado no Ensino Médio. É importante que os professores tenham conhecimento das discussões apresentadas no artigo, inserindo-as em sala de aula. Entretanto, a modificação no currículo de Química exige grande discussão entre os pesquisadores da área, que deve ser estendida aos exames de ensino médio.

Barros (2009), no quarto artigo da categoria, apresenta uma revisão de conceitos relacionados à Termoquímica, que pode ser utilizada por professores na elaboração de atividade em sala de aula.

O enfoque do artigo é a visão submicroscópica da matéria, considerando as dificuldades de compreensão dos alunos sobre as definições de sistema, vizinhança, energias interna, cinética e potencial e com relação à associação de ruptura e formação de ligações e a absorção e a liberação de energia.

Conforme o autor, o calor é considerado uma forma de energia, transferido entre dois corpos que estão em contato e com temperaturas diferentes, até atingirem o equilíbrio térmico. Por sua vez, a temperatura é um parâmetro que está relacionado diretamente à energia cinética média das partículas constituintes - átomos, moléculas, íons e agregados.

A energia interna de um sistema é a soma de todas as formas de energia que o sistema possui (cinética e potencial). A energia cinética relaciona-se ao movimento: translação, rotação e vibração das partículas. Já a energia potencial, às interações entre núcleos e elétrons e à posição das partículas. A partir destes conceitos, o autor explica o que ocorre em termos microscópicos nas seguintes situações: vaporização e condensação da água, dissoluções endotérmicas e exotérmicas e reações químicas.

Os artigos selecionados na categoria apresentam: pesquisas relacionadas ao conceito de energia, bem como o desenvolvimento da Termodinâmica (OLIVEIRA; SANTOS, 1998); dificuldades de aprendizagem relacionadas ao conceito de calor, considerando as zonas de perfil conceitual (MORTIMER; AMARAL, 2001) e ao conceito de entalpia (SILVA, 2005); e a revisão de conceitos, em termos submicroscópicos, relacionados à Termoquímica (BARROS, 2009).

Propostas de ensino de Termoquímica

No cotidiano, os significados de calor, temperatura e energia não são os mesmos que na linguagem científica. Portanto, é importante saber diferenciá-los. Essas ideias são defendidas por Mortimer e Amaral (1998), que primeiramente citam as concepções prévias dos estudantes sobre os conceitos relacionados à Termoquímica.

Presentes na literatura recente, as concepções citadas foram: o calor é uma substância; existem dois tipos de calor: o quente e o frio; e o calor é diretamente proporcional à temperatura. É inviável querer extinguir as concepções dos alunos: é

necessário propor o alargamento do perfil conceitual incorporando novos significados científicos (MORTIMER; AMARAL, 1998).

A fim de superar as concepções apresentadas, os autores propõem uma sequência de atividades, baseadas na experimentação:

- a observação de um termômetro clínico e de laboratório, com o objetivo de perceber que, por causa de um detalhe na fabricação, o termômetro clínico pode ser retirado do corpo para fazer a leitura da temperatura e o termômetro de laboratório deve permanecer em contato com o sistema. A partir daí, pode-se discutir o equilíbrio térmico: dois corpos, objetos ou sistemas em contato tendem a igualar suas temperaturas e atingir o equilíbrio térmico, havendo transferência de energia sempre do corpo, objeto ou sistema à maior temperatura para aquele à menor temperatura.

- o estudo de sensações utilizando blocos de madeira e alumínio, com o objetivo de compreender que a sensação de quente e frio não é sempre em decorrência de uma diferença real de temperatura. A partir destas constatações, pode-se estudar o conceito de calor específico;

- o estudo da diferença entre temperatura e calor, a fim de entender que “a quantidade de calor transferida é proporcional à diferença de temperatura e não à temperatura” (MORTIMER; AMARAL, 1998, p. 33).

- a verificação das condições para que a água entre em ebulição, revisando que a transferência de calor ocorre quando há uma diferença de temperatura entre dois sistemas e discutindo a prática do “banho-maria”.

As atividades apresentadas por Mortimer e Amaral (1998) englobam questões que, muitas vezes, não são trabalhadas no ensino de Termoquímica no ensino médio. O uso de atividades experimentais facilita o processo de ensino e aprendizagem e o entendimento dos conceitos de calor, calor específico, temperatura.

Uma proposta de ensino que também é baseada em atividades experimentais é apresentada por Braathen *et al* (2008). Os autores descrevem a construção e o procedimento para utilização de um calorímetro, produzido a partir de recipiente de isopor e termômetro. Como reagentes, utiliza-se água oxigenada comercial e fermento biológico (catalisador). Através dessa técnica, pode-se determinar a entalpia molar de decomposição do peróxido de hidrogênio.

Os autores exploram os cálculos que podem ser feitos, tanto utilizando aproximações como com a determinação da constante calorimétrica do calorímetro confeccionado.

Com o objetivo de superar as dificuldades já apontadas por Mortimer e Amaral (1998), Soares e Cavalheiro (2006) propõe um jogo educativo: o ludo. A partir do jogo, os alunos podem entender o conceito de variação energética nas reações químicas e como é a sua ação em processos endotérmicos e exotérmicos.

Ao longo do artigo, os autores descrevem como confeccionar o jogo e como utilizá-lo em sala de aula, explicando suas regras. Apesar de proporcionar mais participação por parte dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, o professor, além de atuar como mediador durante a atividade precisa retomar as questões trabalhadas em sala de aula.

Lima, David e Magalhães (2008) apresentam atividades do ENCI - Ensino de Ciências por Investigação, projeto de ensino, pesquisa e extensão que engloba um curso de especialização *latu sensu*, ofertado pelo Centro de Ensino de Ciências e Matemática (CECIMIG), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Uma das atividades citadas é a investigação do funcionamento de uma bolsa térmica, que “libera calor sozinha”. Os professores participantes do curso investigaram o funcionamento da mesma e a reproduziram de forma semelhante. Entretanto, o acetato de sódio faz parte de um sistema metaestável, “como a cerveja que se congela imediatamente após ser retirada do congelador ou *freezer* e do processo utilizado para se “fazer chover” (LIMA; DAVID; MAGALHÃES, 2008, p. 26), sendo que qualquer perturbação do sistema pode o levar à fervura ou cristalização. Atividades diversas foram propostas aos professores participantes do curso, que receberam os materiais necessários à “investigação” do funcionamento da bolsa térmica e apontaram erros nos experimentos propostos.

O artigo traz explicações teóricas sobre incoerências no experimento, e aponta para o desafio que é propor atividades investigativas e a importância da formação continuada através de grupos colaborativos.

As propostas de ensino de Termoquímica envolvem, na maioria dos artigos, experimentos simples, com materiais de fácil aquisição. Um jogo também é proposto para trabalhar os conceitos em sala de aula.

Investigações na sala de aula sobre Termoquímica

As dificuldades relacionadas às concepções alternativas dos estudantes sobre calor e temperatura não são novidade na pesquisa em ensino de Ciências, conforme Köhnlein e Peduzzi (2002). Entretanto, os resultados não têm chegado à sala de aula.

Os autores descrevem uma intervenção com alunos do 2º ano do ensino médio e testes em estudantes de cursos de formação de professores. A intervenção consiste no levantamento das concepções alternativas a partir de testes com questões desenvolvidas e na aplicação de uma atividade baseada nos três momentos pedagógicos, com o uso preferencial de textos explicativos e experimentos.

Os resultados mostraram que os alunos do ensino médio que participaram da intervenção, obtiveram melhor desempenho do que os estudantes dos demais cursos.

Em sala de aula, os professores podem se basear no artigo publicado por Köhnlein e Peduzzi (2002) para elaborar atividades, abordando tópicos como a energia dos alimentos, que pode também ser relacionado à Biologia. Além disso, as concepções alternativas sobre calor deveriam ser objeto de estudo durante a formação inicial de professores.

A aplicação de estratégias de modelagem para o estudo da energia envolvida em transformações químicas foi o objetivo das pesquisas de Souza e Justi (2010; 2011).

O ensino fundamentado por modelagem é considerado uma metodologia que pode “transformar os possíveis 'degraus' inter e transdisciplinares em 'rampas' de acesso ao conhecimento científico” (SOUZA; JUSTI, 2011, p. 36).

A estratégia de ensino foi aplicada com alunos do 2º ano do ensino médio e tinha o objetivo de desenvolver uma percepção relacionada ao processo de rearranjo dos átomos e elaborar relações com os aspectos energéticos que permeiam tal processo (SOUZA; JUSTI, 2011). De acordo com Souza e Justi (2010), as atividades desenvolvidas englobaram: identificação das ideias gerais dos alunos sobre energia; experimentos envolvendo fenômenos endotérmico (reação do tiocianato de amônio com hidróxido de bário hidratado) e exotérmico (carbonização

do açúcar com ácido sulfúrico); elaboração de modelos mentais para explicar o significado de energia química, utilizando os aspectos observados durante os experimentos; reformulação dos modelos, a fim de construir a um modelo consensual.

Os resultados por Souza e Justi (2010) indicam que o ensino fundamentado em modelagem contribui para o entendimento sobre o rearranjo dos átomos na reação química.

Souza e Justi (2011) apontam que mesmo após a participação dos alunos nas atividades, “um considerável número de alunos ainda permanecia com as concepções substancialistas bastante evidentes em seus modelos, falas e respostas às questões avaliativas que lhes foram propostas” (p. 40).

Silva e Mortimer (2009) analisam o movimento epistêmico articulado por uma professora de Química em interação com os alunos, ao longo de uma sequência didática de dezoito aulas sobre Termoquímica. Os autores analisam uma sequência discursiva que fez parte das atividades investigativas “Diferença entre calor e temperatura” e “Condições para a ebulição da água”, com base em três conjuntos de categorias: níveis de referencialidade, modelagem e operações sistêmicas. A análise mostra que a forma como a professora trabalha favorece o compartilhamento de significados pelos alunos nas discussões de sala de aula.

A mesma sequência didática, objeto da análise do artigo anterior, é utilizada por Silva e Mortimer (2010) para fazer uma análise das estratégias enunciativas da professora na sexta aula da sequência, que abordava conceitos exo e endotérmicos. A pesquisa em questão objetiva entender relações com o processo de construção de conhecimento, a partir das estratégias enunciativas, que compreende o conjunto de estratégias que correspondem a diferentes momentos interativos e discursos desenvolvidos entre professor e alunos.

As estratégias enunciativas foram caracterizadas conforme Mortimer *et al* (2007), baseada nas concepções dos pesquisadores Vygotsky e Bakhtin. O *software* Videograph® foi utilizado na pesquisa, que englobou as seguintes etapas: codificação dos tipos de discurso e as posições do professor; codificação do locutor e os padrões de interação; codificação da abordagem comunicativa e as intenções do professor; codificação das operações sistêmicas, os níveis de referencialidade e a modelagem; e apresentação das categorias sistêmicas. Os autores apontam para

o potencial das diferentes estratégias enunciativas no processo de ensino e aprendizagem de Ciências.

As investigações em sala de aula sobre Termoquímica englobam pesquisas baseada em intervenção didática (KÖHNLEIN; PEDUZZI, 2002), que inserem o estudo fundamentado em modelagem (SOUZA; JUSTI, 2010, 2011) e que envolvem a análise das sequências discursivas de aulas (SILVA; MORTIMER, 2009, 2010).

2.4.2 O ensino de Cinética Química nos periódicos nacionais

Inúmeras reações químicas acontecem em nosso dia a dia: a queima de combustíveis; os processos que ocorrem em nosso corpo, como a respiração e a digestão; a fotossíntese das plantas. Estas reações podem ocorrer em diferentes velocidades.

A área que estuda a velocidade das reações químicas é a Cinética Química, que oferece ferramentas para o estudo em nível macroscópico e em nível atômico.

Em nível atômico, a cinética química permite a compreensão da natureza e dos mecanismos das reações químicas. Em nível macroscópico, as informações da cinética química permitem a modelagem de sistemas complexos, como os que acontecem no corpo humano e na atmosfera (ATKINS; JONES, 2012, p. 561).

De acordo com Kotz, Treichel e Weaver (2010), o nível macroscópico está relacionado ao significado da velocidade da reação e sua determinação experimental, bem como aos fatores que influenciam a velocidade. Já o nível atômico se refere ao mecanismo de reações: “o caminho detalhado percorrido por átomos e moléculas enquanto uma reação acontece” (KOTZ; TREICHEL; WEAVER, 2010, p. 615).

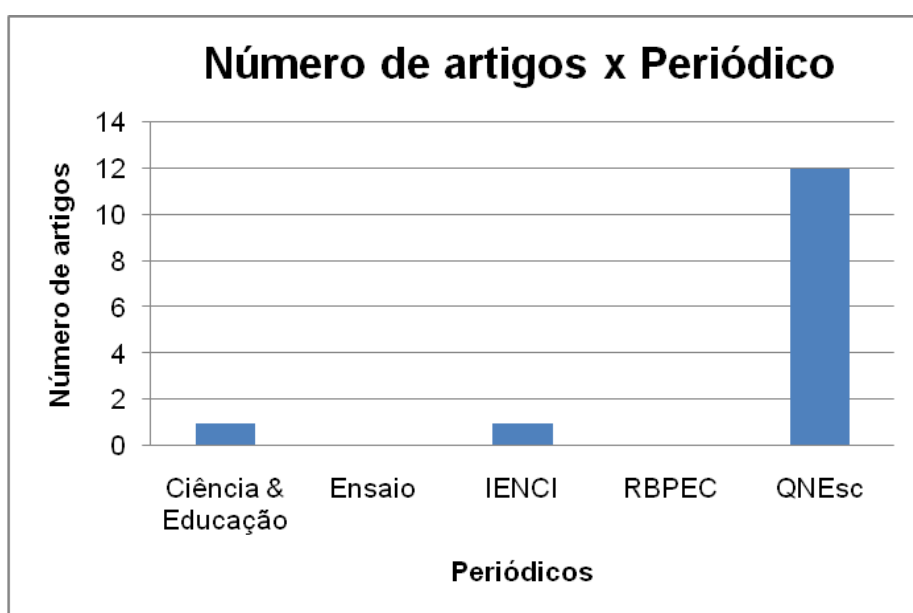
Os primeiros estudos relativos à Cinética Química iniciaram no século XVIII: as pesquisas do químico alemão Ludwig Ferdinand Wilhelmy (1812-1864) sobre a velocidade de inversão da sacarose com polarímetro marcaram o nascimento desta área em 1850 (ROCHA-FILHO, 1999).

Noções, relacionadas tanto ao nível macroscópico, como ao microscópico da Cinética Química, são estudadas no ensino médio. Investigar questões relacionadas ao ensino desses conceitos é um dos objetivos das pesquisas na área de ensino de Química que, por sua vez, podem servir como base do planejamento do professor.

Através da análise dos periódicos, constatou-se que quatorze artigos se enquadram nos critérios anteriormente apresentados.

O Gráfico 3 apresenta o número de artigos por periódico: enquanto a QNEsc apresenta doze artigos publicados sobre Cinética Química, a Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências e a Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC) não apresentam artigos publicados sobre o tema.

Gráfico 3 - Relação do número de artigos sobre Cinética Química por periódico

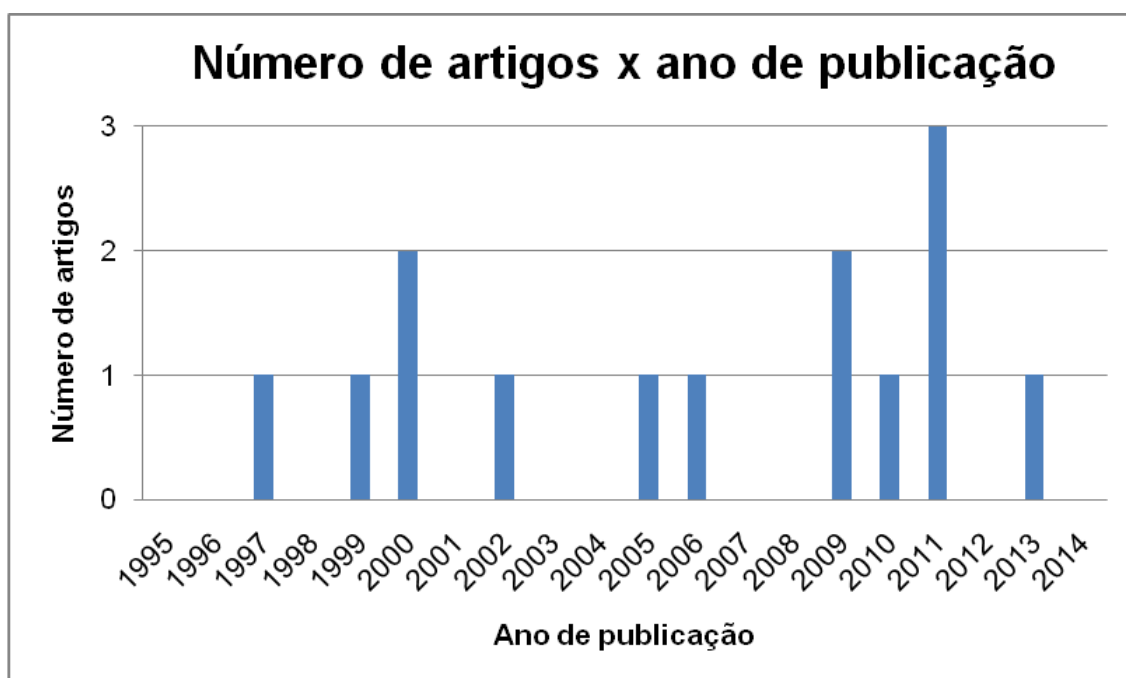


Fonte: Elaborado pela autora.

Os doze artigos selecionados da QNEsc englobam cerca de 2% dos trabalhos publicados pela revista, que totalizam 564 artigos.

O Gráfico 4 apresenta o número de artigos publicado por ano, nos periódicos selecionados. Constatou-se que o período entre 2005 e 2014 concentra o maior número de publicações sobre Cinética Química: nove artigos.

Gráfico 4 - Relação do número de artigos sobre Cinética por ano de publicação



Fonte: Elaborado pela autora.

Com relação à classificação das publicações por foco: três artigos abordam aspectos conceituais (AC), sete artigos apresentam propostas de ensino (PE) e quatro artigos descrevem investigações em sala de aula (ISA).

Aspectos conceituais de Cinética Química

Rocha-Filho (1999) apresenta a descrição histórica do desenvolvimento da femtoquímica, conhecida como Química ultra-rápida. É importante entender que os métodos experimentais convencionais permitem o estudo de reações químicas que possuem acima de dez segundos de duração. O acompanhamento de reações com tempos mais curtos foi possível a partir do desenvolvimento da fotoquímica.

Na fotoquímica, a radiação eletromagnética possui determinada função: quando ocorre a deflagração de uma reação química por absorção de radiação por um reagente, o processo é conhecido como fotólise. Já quando a radiação é emitida em uma reação, ocorre luminescência.

Em 1949, George Porter e Ronald G. W. Norrish desenvolveram a fotólise em flash, um tipo de técnica de relaxação, onde o sistema é perturbado por um curto

pulso de radiação, inicialmente com duração de um milissegundo. Na década de 1960, os flashes já duravam um nanosegundo. Os estudos desses cientistas renderam a eles o prêmio Nobel de Química em 1967, compartilhado com Manfred Eigen, que desenvolveu estudos com pulsos de calor.

Na década de 1960, Dudley R. Herschbach e Yuan Lee utilizaram feixes moleculares para o estudo de reações químicas elementares. John C. Polanyi, por sua vez, desenvolveu um método de quimioluminescência no infravermelho. Os cientistas citados também foram premiados em 1986 e suas pesquisas contribuíram para o desenvolvimento das pesquisas na área da dinâmica da reação.

Na década de 1970, através de pesquisas, os flashes de laser foram obtidos com duração de um picosegundo. Já na década de 1980, foi possível obter flashes de poucos femtosegundos (10^{-15} segundos) de duração, iniciando o desenvolvimento da femtoquímica, que envolveu Ahmed Zewail e seu grupo de pesquisa no Instituto de Tecnologia da Califórnia.

Através da femtoquímica, podem-se melhorar catalisadores, entender mecanismos de dissolução de substâncias ou de reação entre substâncias em solução, desenvolver novos materiais para uso em eletrônica, além de estudos relacionados aos sistemas biológicos.

O artigo de Rocha-Filho (1999) mostra o processo de construção do conhecimento científico e pode ser utilizado em aulas de Química como texto introdutório, além de ser importante para o conhecimento dos professores.

Chagas (2001), no artigo intitulado “100 anos de Nobel - Jacobus Henricus van't Hoff”, faz menção ao cientista citado no título, em função de ter sido o primeiro a receber o Prêmio Nobel de Química, em 1901. Nascido em Roterdã em 1852, o trabalho de Van't Hoff pode ser dividido em três períodos: o primeiro dedicado à química orgânica; o segundo, à termodinâmica química e teoria das soluções; e o terceiro, à petrologia.

Com relação às contribuições de Van't Hoff, o autor cita o livro “*Études de dynamique chimique*”, publicado em 1884, como uma das mais importantes obras de Química de todos os tempos, no qual foram abordados grandezas e conceitos, como ordem de reação, constante de velocidade, constante de equilíbrio, as duas setas opostas, natureza dinâmica do equilíbrio, efeito da temperatura e pressão no equilíbrio, entre outros. Outra contribuição importante foi a criação da disciplina de

Físico-Química, em conjunto com Ostwald e Arrhenius, com novos conceitos, técnicas e problemas.

O artigo de Chagas (2001) pode ser estudado para conhecer sobre a história da Química, visto as importantes contribuições do cientista. A história da Química, como parte do conhecimento socialmente produzido, deve permear todo o ensino de Química, possibilitando ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus avanços, erros e conflitos (BRASIL, 1999).

No terceiro artigo da categoria, Martorano e Marcondes (2009) apresentam a análise de livros didáticos utilizados no ensino médio no período de 1929 a 2004 com relação ao conteúdo de Cinética Química.

Considerando que o livro didático pode influenciar a maneira de pensar do aluno sobre as concepções relativas à ciência, os autores analisaram os livros didáticos selecionados sob o ponto de vista de duas perspectivas filosóficas: a perspectiva empirista/indutivista e a racionalista.

A perspectiva filosófica predominante nos livros didáticos é a empirista/indutivista: entende a ciência como um conjunto de enunciados universais; o seu desenvolvimento é apresentado de forma contínua e acumulativa; e os dados experimentais são a base para a elaboração de hipóteses, que podem se tornar teorias ou leis, com ênfase na observação (MARTORANO; MARCONDES, 2009).

Os autores enfatizam que os livros não são neutros em relação à imagem da ciência que é transmitida e que o professor precisa estar consciente destas limitações ao fazer a escolha de material que será utilizado em sala de aula.

A realização de pesquisas sobre livros didáticos é um importante foco do ensino, devido à importância deste material na dinâmica que ocorre em sala de aula. É fundamental que a pesquisa sobre livros didáticos seja de conhecimento dos professores da Educação Básica, a fim de que os mesmos possam analisar e avaliar o material que utilizam nas aulas. Os professores das escolas podem escolher, dentre as opções selecionadas, o livro que pretendem utilizar através do Programa Nacional de Livro Didático (PNLD).

O livro didático, muitas vezes, “determina a maneira e a seqüência da apresentação de qualquer tema; ele acaba sendo muito mais uma referência do conteúdo a ser ensinado, do que um material de apoio para o professor planejar a sua aula” (MARTORANO; MARCONDES, 2009, p. 342).

Com relação aos artigos classificados na presente categoria, dois deles descrevem aspectos históricos do desenvolvimento da Química: o primeiro, relacionado ao estudo da femtoquímica; o segundo, que analisa as pesquisas de um cientista. Os dois artigos podem servir como base para o planejamento de atividades sobre história da Química.

No terceiro artigo, é apresentada uma análise de livros didáticos, relacionada com a perspectiva filosófica utilizada nos exemplares. A partir daí, o professor pode refletir sobre as atividades que propõe em sala de aula e reformulá-las ou acrescentar elementos, a fim de que os alunos consigam compreender a ciência como “conjunto de hipóteses, modificáveis, organizadas e que tendem a fazer uma descrição da realidade” (MARTORANO; MARCONDES, 2009, p. 344).

Propostas de ensino de Cinética Química

Considerando que existem vários exemplos de reações que podem ser utilizadas no estudo da Cinética Química, Teófilo, Braathen e Rubinger (2002) apresentam um roteiro experimental da reação relógio iodeto/iodo.

O experimento apresentado é uma variação da reação de Landolt, com materiais alternativos de baixo custo e fácil aquisição. Os reagentes utilizados são água oxigenada comercial, vitamina C, iodato de potássio (encontrado em lojas de insumos agrícolas), iodeto de potássio (na forma de xarope expectorante), solução de ácido acético a 10 volumes (vinagre) e amido de milho. Os autores citam como vantagem dos experimentos o ponto de conclusão bem definido e como desvantagem a complexidade do mecanismo da reação.

Em razão da utilização de materiais presentes em nosso dia a dia, a realização do experimento é uma possibilidade para as aulas de Química no ensino médio. “Além disso, os alunos aprendem que a Química extrapola as paredes do laboratório e está presente em suas casas e em outros setores da sociedade” (TEÓFILO; BRAATHEN; RUBINGER, 2002, p. 44).

No artigo publicado por Costa *et al* (2006), um conjunto de atividades envolvendo materiais com alumínio é apresentado. O metal alumínio, obtido pela primeira vez em laboratório pelo dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851),

é utilizado em peças automotivas, revestimentos, embalagens e artefatos de cozinha.

Os materiais utilizados nas reações químicas foram: alumínio, na forma de papéis e anéis de latas de bebidas, solução comercial “limpa piso”, que contém ácido clorídrico e soda cáustica.

As atividades propostas buscaram investigar o caráter anfótero do alumínio, visto que sua oxidação ocorre tanto em meio ácido como em meio básico, com desprendimento de gás hidrogênio. As influências da concentração de ácido clorídrico, da temperatura e da superfície de contato sobre a velocidade das reações também foram propostas no trabalho.

As mesmas atividades, com exceção da reação de oxidação do alumínio em meio básico, foram propostas por Costa *et al* (2005). A partir do acompanhamento do consumo de alumínio durante as reações, os autores abordaram o fenômeno de corrosão dos materiais. Os danos que o processo corrosivo causa à sociedade englobam desde a destruição de utensílios domésticos até a degradação de monumentos históricos, às modificações na forma e estrutura do metal (Costa *et al*, 2005). Portanto, a corrosão de metais pode promover relações entre os conceitos químicos e aspectos sociais, históricos, econômicos e ambientais.

As reações propostas por Costa *et al* (2005; 2006) são atividades práticas e envolvem o uso de materiais simples e de fácil aquisição. Enfatiza-se, entretanto, a importância do uso de um tema, como em Costa *et al* (2005): a corrosão, que promove a contextualização. Portanto, os elementos do dia a dia dos alunos, da escola e da comunidade podem ser tratados como conteúdos de aprendizagem.

A corrosão também é o tema do artigo apresentado por Merçon, Guimarães e Mainier (2011), que pode ser entendida como o resultado de uma ação química ou eletroquímica de um meio sobre certo material.

Nas indústrias, a corrosão acarreta problemas ligados aos custos de manutenção e substituição de equipamentos, perda de produtos e impactos ambientais decorrentes de vazamentos em tanques e tubulações corroídas, sem contar as vidas humanas postas em risco em acidentes e explosões (MERÇON; GUIMARÃES; MAINIER, 2011, p. 57).

Os autores mencionam a importância da associação da corrosão aos conteúdos de reações químicas, oxidação-redução, e Cinética Química, a fim de contextualizar o ensino de Química.

A possibilidade de relacionar os conteúdos científicos envolvidos com os aspectos tecnológicos, sociais, econômicos e ambientais favorece a formação da cidadania dos alunos, ampliando seu poder de participação e tomada de decisão e desenvolvendo no aluno habilidades básicas para sua participação na sociedade democrática (MERÇON; GUIMARÃES; MAINIER, 2011, p. 57).

Considerando os objetivos acima citados, os autores apresentam um sistema experimental que pode ser utilizado para abordar o fenômeno da corrosão em metais e estudar a influência de fatores que interferem na taxa da corrosão. Foram utilizadas, nos experimentos, arruelas de aço-carbono para a montagem de ensaios: em sistema estático e em sistema dinâmico, com o uso de bomba de recirculação de água e bomba de aeração. Logo, propõe-se a investigação da salinidade, aeração e agitação na taxa de corrosão. Estes fatores acarretam um aumento significativo na corrosão.

As dificuldades de aplicação do experimento em sala de aula estão relacionadas ao tempo de duração do experimento (um mês) e ao uso de balança analítica, instrumento indisponível na maioria das escolas.

Vaz, Assis e Codaro (2011) também propõem um experimento relacionado ao fenômeno de corrosão. Os materiais utilizados foram: uma liga constituída principalmente de 89% de alumínio e 6% de zinco, denominada 7050; soluções de ácido clorídrico e hidróxido de sódio.

A análise da velocidade da corrosão foi feita a partir da determinação da perda de massa relativa e da perda de espessura média do material metálico, em meios ácido e básico com diferentes concentrações. Após o experimento, propôs-se a construção de gráficos, mostrando a variação da massa e da espessura com o passar do tempo.

Os autores enfatizam, através do experimento, as relações entre as reações de oxidação-redução e a Cinética Química. Entretanto, como dificuldade, aponta-se novamente a necessidade de utilização de balança analítica.

O artigo publicado por Venquiaruto *et al* (2011) propõe transformar os saberes populares de um grupo de pequenas agricultoras sobre a produção de pão em

saberes que fazem parte do currículo escolar. Primeiramente, foram feitas entrevistas semi-estruturadas e observação participante com o grupo, residente na região norte do Rio Grande do Sul, no qual as participantes preparam a massa de pão e explicaram detalhadamente todas as etapas deste processo.

A partir dessas informações, foram construídas atividades experimentais, envolvendo os conceitos de Cinética Química e densidade, a partir de fermento biológico comercial, fermento de batata caseiro, açúcar do tipo cristal e massa de pão.

A reação de fermentação é um fenômeno causado por microrganismos vivos que decompõem e transformam o substrato, sendo que na panificação, a ação é da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, cujas células consomem os açúcares livres e produzem álcool etílico, gás carbônico e várias compostos que conferem aroma e o sabor do pão (VENQUIARUTO *et al*, 2011).

A velocidade do processo de fermentação é afetada pela temperatura e pela concentração de leveduras e açúcar, investigados nas atividades propostas.

Enfatiza-se a importância das atividades propostas, pois “ao vincular o saber popular a um saber formal, possibilita-se, por meio da transposição didática, sua transformação em saber escolar” (p. 141). Os experimentos propostos são de fácil execução e o pão, tema que propõe a contextualização, é um elemento do cotidiano. Entretanto, dentre os obstáculos de aplicação da atividade em sala de aula, pode-se citar o tempo destinado à realização das atividades, exigindo muitas horas/aula e bastante envolvimento do professor.

A batata (*Solanum tuberosum*) é o foco das atividades experimentais sobre cinética enzimática propostas por Novaes *et al* (2013). Os organismos vivos se mantêm através de reações químicas, sendo que a maioria é catalisada por enzimas, o que pode ser relacionada à cinética.

Os autores apresentam uma sequência de experimentos envolvendo batata e as explicações químicas e biológicas sobre os experimentos. No experimento 1, são analisadas pedaços de batata quando expostos ao ar e deixadas na água. No experimento 2, os pedaços são colocados em água fervente, no *freezer* e expostos ao ar. No experimento 3, os pedaços de batata são colocados em água quente e em peróxido de hidrogênio. Já no experimento 4, utilizam-se pedaços de batata em contato com o ar, no forno e no *freezer*.

Por causa da enzima polifeniloxidase (PFO), responsável pela oxidação de compostos fenólicos, a batata pode ser utilizada nos experimentos descritos, abordando parâmetros da velocidade de uma reação, como a concentração, a temperatura, a ativação e a inibição catalítica.

Dentre as dificuldades de aplicação da atividade proposta, menciona-se a explicação dos resultados dos experimentos a partir de conhecimentos da Biologia.

Através dos artigos selecionados para a presente categoria, constatou-se a ênfase dada à experimentação nas propostas de ensino de Cinética Química. Na maioria dos experimentos, foram utilizados materiais de fácil aquisição. Através destes materiais, experimentos como a reação relógio iodeto/iodo e as reações com alumínio podem ser trabalhados em salas de aula. Também são utilizados diferentes temas que podem promover a contextualização: a corrosão, o pão e a batata são exemplos.

Investigações em sala de aula sobre Cinética Química

Os artigos descritos nesta categoria envolvem pesquisas construídas com alunos do ensino médio.

Justi e Ruas (1997) descrevem uma pesquisa em sala de aula, sendo que uma das autoras era professora da turma de alunos envolvida, e que surgiu a partir de dificuldades compreendidas na prática do dia a dia, como as ideias confusas dos alunos sobre como se processa uma reação, que “se resumem em descrições macroscópicas do fenômeno ou são fundamentadas em uma concepção contínua da matéria” (JUSTI; RUAS, 1997, p. 24). A partir daí, as autoras investigaram qual é a influência da visão da matéria na aprendizagem de Cinética Química.

A pesquisa consistiu em três etapas: a análise das ideias dos alunos sobre descontinuidade da matéria, concepção de reação química e dinamicidade do processo de ocorrência de uma reação química, antes do ensino de Cinética Química; a análise das ideias dos alunos sobre as diferentes velocidades que as reações podem ocorrer, durante o ensino do conteúdo; e como as concepções de matéria dos alunos podem influenciar a aprendizagem. Os dados foram coletados a partir de cinco atividades aplicadas com uma turma de 2º ano do ensino médio.

Sobre a matéria, os alunos participantes da pesquisa a entendem como descontínua, contínua e com concepção ambígua. Os alunos entendem as reações químicas como deslocamento, modificação e interação química (62%). Sobre a dinamicidade das reações químicas, constatou-se que os alunos não consideram o movimento das partículas.

Logo, Justi e Ruas (1997) enfatizam que provavelmente a visão de matéria sustentada pelos alunos não influencia na aprendizagem de Cinética, sendo que, para os mesmos, a teoria das colisões coexiste com a visão contínua da matéria. Os autores também apontam que os alunos possuem dificuldades em se expressar de forma escrita e que:

Nesse sentido, os alunos não estariam entendendo a Química como um todo, mas como pedaços isolados de conhecimento utilizáveis em situações específicas. Eles estariam reproduzindo pedaços de conhecimento, mas não aprendendo Química (JUSTI; RUAS, 1997, p. 27).

A pesquisa apresentada por Justi e Ruas (1997) emergiu no contexto da sala de aula. O conhecimento das concepções dos alunos é fundamental para o desenvolvimento de atividades em sala de aula, que buscam superá-las. Dificuldades residem no fato de que os professores atualmente, devido às deficiências na formação inicial, além de não ter conhecimento sobre essas pesquisas, também possam ter essas concepções.

No segundo artigo da categoria, denominado “A contextualização no ensino de Cinética Química”, Lima *et al* (2000) apresentam experimentos sobre conservação de alimentos, que foram aplicados em duas turmas da 3ª série do Ensino Médio.

Primeiramente, os alunos responderam um questionário contendo as seguintes questões:

Por que os alimentos se estragam? Que processos podem ser utilizados para evitar que se deteriorem? Como estes processos atuam? Na sua casa são utilizadas técnicas de conservação de alimentos? Quais? Você conhece algum aditivo alimentar? Cite-o? Você acha importante o uso de aditivos alimentares? Por quê? (LIMA *et al*, 2000, p. 26 e 27).

Divididos em grupos, os alunos fizeram experimentos sobre a influência de aditivos na conservação de alimentos, utilizando polpa de tomate (puro, com açúcar

e com ácido benzóico) e fígado bovino (sem aditivo, com sal mergulhado no óleo) em recipientes fechado e aberto. Experimentos que investigaram a influência da temperatura na atividade enzimática também foram feitos, a partir de fígado e batata com água oxigenada em diferentes temperaturas.

Os resultados dos experimentos foram discutidos, rótulos foram estudados, a fim de identificar aditivos alimentares e um texto elaborado pelas professoras sobre conservação de alimentos foi trabalhado em sala de aula.

Lima *et al* (2000) consideram que os resultados obtidos no questionário final mostram a evolução conceitual dos alunos, com relação aos fatores que causam a deteriorização dos alimentos, como evitar este processo, a função e a importância de aditivos, as técnicas de conservação de alimentos e as formas de retardar e acelerar reações.

O tema conservação dos alimentos apresentado por Lima *et al* (2000) é relevante para as nossas atividades do dia a dia e os experimentos são de fácil execução em aulas de Química no Ensino Médio.

Cirino *et al* (2009) tiveram como objetivo identificar como os estudantes do ensino médio se apropriam dos conceitos e elaboram modelos, como o modelo cinético de colisão de partículas numa reação, a partir de entrevistas. A primeira entrevista, denominada pré-teste, abordava a noção de evento probabilístico ou aleatório. O pós-teste, por sua vez, buscava investigar se os estudantes relacionavam a probabilidade à Teoria das Colisões.

Os autores puderam constatar que os alunos não perceberam, inicialmente, a semelhança entre os modelos macro (utilizado nos experimentos) e microscópico (ensinado durante as aulas de Química). Na maioria dos testes, os alunos se davam conta da dificuldade de ocorrência de colisão efetiva. A percepção de que o produto formado está presente no meio reacional e que, efetivamente, seus choques com as partículas reagentes produzem colisões não-efetivas aconteceu durante o experimento, e nunca antes dele, ou seja, o modelo microscópico ensinado em sala de aula não contempla este aspecto.

Os resultados da pesquisa de Cirino *et al* (2009) podem servir de base para a reestruturação das aulas, buscando integrar as dimensões macroscópica, submicroscópica e simbólica da Química.

Fatareli *et al* (2010) apresentam a preparação, a aplicação e a avaliação de uma estratégia didática que engloba os pressupostos da aprendizagem cooperativa e do método *Jigsaw* em uma turma de alunos do 2º ano do Ensino Médio, em duas aulas. A aprendizagem cooperativa possui natureza social, sendo que os estudantes interagem e compartilham suas ideias, melhorando a compreensão individual e mútua. Já o método *Jigsaw* visa o desenvolvimento de competências cognitivas.

Primeiramente, os grupos de base foram formados, contendo um redator, um mediador, dois relatores, um porta-voz. No segundo momento, o professor fez uma breve exposição sobre a importância do conhecimento das velocidades das reações e as condições para que estas aconteçam.

Já no terceiro momento, um aluno de cada um dos grupos de base compôs os grupos dos especialistas, sendo que cada um destes grupos fez experimentos relacionados aos fatores que afetam a velocidade das reações. Após, os alunos voltaram ao grupo de base e apresentaram suas conclusões sobre o experimento.

De acordo com Fatareli *et al* (2010), no quinto momento, o mediador solicitou que os colegas expusessem os conceitos para o grupo, o porta-voz se dirigiu ao professor para tirar dúvidas, o redator escreveu numa folha as respostas do grupo e os relatores apresentaram suas conclusões oralmente.

Um questionário final foi aplicado aos alunos, onde foi avaliado o conhecimento dos alunos sobre os fatores que afetam a velocidade, suas respectivas justificativas, bem como relações com o cotidiano. Um questionário na escala *Likert* também foi aplicado, no qual foram constatadas respostas favoráveis à metodologia, ao papel do professor, à distribuição dos papéis entre os alunos, além da maior independência e o desenvolvimento de habilidades.

Retomando os artigos apresentados, Justi e Ruas (1997) e Cirino *et al* (2009) apresentam pesquisas sobre o entendimento de conceitos pelos estudantes: na primeira, qual é a visão da matéria pelos alunos, e como esta pode influenciar na aprendizagem de Cinética Química; e na segunda, o que os alunos sabem sobre a ocorrência de colisões efetivas e não-efetivas numa reação. Os resultados dessas investigações indicam a necessidade de reformulação de aulas.

Os trabalhos de Lima *et al* (2000) e Fatareli *et al* (2010) apresentam pesquisas cujas atividades podem ser utilizadas em sala de aula. No primeiro, é descrito um conjunto de experimentos contextualizados a partir do tema

conservação de alimentos. No segundo, o método de aprendizagem cooperativa Jigsaw é apresentado, constituindo-se uma metodologia possível de ser desenvolvida nas aulas, baseada na cooperação, no diálogo e na participação ativa do aluno no processo de ensino e aprendizagem.

2.4.3 O ensino de Química Orgânica nos periódicos nacionais

A Química Orgânica engloba o estudo dos compostos de carbono. Tamanha é a importância desta área da Química, que Atkins e Jones (2012) enfatizam a presença de compostos orgânicos em nosso dia a dia, associando-os ao petróleo e aos polímeros:

Toda vida na Terra é baseada no carbono. O mesmo ocorre com o combustível que queimamos, a nossa comida e as roupas que vestimos. Por isso, para entender uma parte importante do cotidiano é necessário estar familiarizado com a química desse extraordinário elemento. Os compostos de carbono e hidrogênio são a base da indústria petroquímica. Os produtos derivados do petróleo são usados para gerar eletricidade e aquecer nossos fogões. Eles são também usados para fabricar materiais poliméricos e compósitos resistentes, que tornam possível a comunicação e o transporte modernos (ATKINS; JONES, 2012, p. 735).

Uma variedade muito grande de compostos orgânicos existe, em razão das características dos átomos do elemento químico carbono: “se os átomos de carbono são tão versáteis é porque eles podem se ligar para formar cadeias e anéis de variedade quase infinita” (ATKINS; JONES, 2012, p. 735).

O estudo das substâncias orgânicas se reveste hoje de enorme importância, não só para o conhecimento sobre os alimentos, mas também para o entendimento da natureza e das propriedades da maioria dos produtos químicos de uso diário, como remédios, os plásticos e tantos outros derivados da indústria química (SANTOS *et al*, 2005, p. 509).

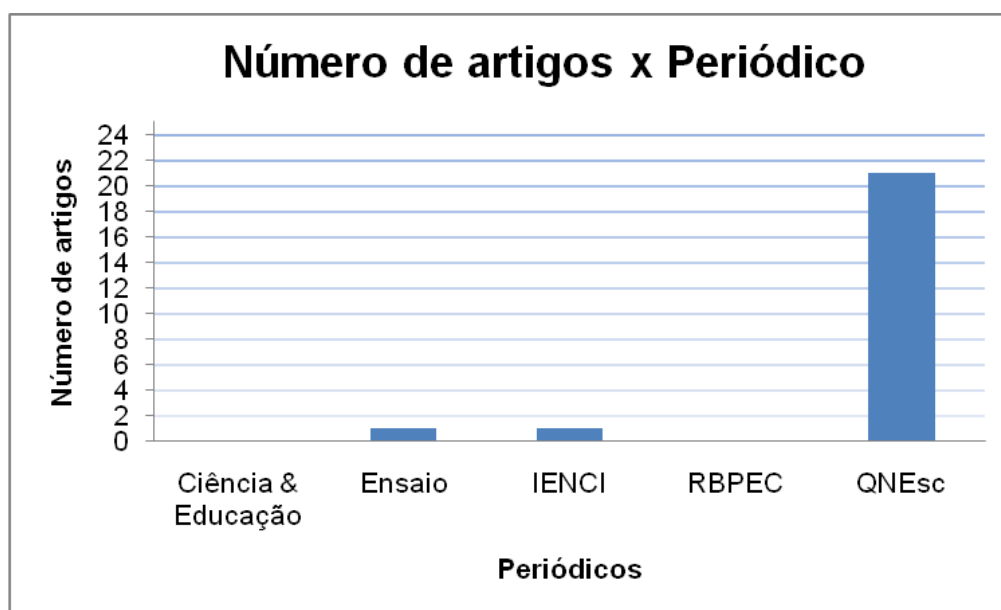
No ensino médio, a Química Orgânica engloba o estudo das classificações dos átomos de carbono e das cadeias carbônicas, que permite a caracterização de substâncias.

A identificação das funções orgânicas e a nomenclatura de compostos orgânicos também são conteúdos trabalhados em sala de aula, além de noções de isomeria, Bioquímica, Biologia molecular, polímeros e tipos de reações orgânicas.

Além disso, os conteúdos de Química Orgânica podem ser relacionados às suas aplicações nas indústrias petrolífera, petroquímica, farmacêutica e de alimentos (FERREIRA *et al*, 2007).

Através da pesquisa nos periódicos, foram selecionados vinte e três artigos que estão relacionados à Química Orgânica. Como pode ser analisado no Gráfico 5, a QNEsc apresentou vinte e um artigos que possuíam o termo “orgânico/orgânica” no título, resumo ou palavras-chave. Resultado esperado, visto a amplitude do tópico pesquisado. Surpreende-se, entretanto, com os periódicos Ciência & Educação e RBPEC, que não apresentaram nenhuma publicação relacionada ao tema.

Gráfico 5 - Relação do número de artigos sobre Química Orgânica por periódico



Fonte: Elaborado pela autora.

O Gráfico 6 apresenta o quantidade de publicações por ano. Nos últimos dez anos (2005-2014), dezessete artigos sobre Química Orgânica foram publicados nos periódicos analisados. Destaca-se o ano de 2009, quando quatro artigos foram publicados.

Gráfico 6 - Relação do número de artigos sobre Química Orgânica por ano de publicação



Fonte: Elaborado pela autora.

Com relação ao foco do artigo, sete publicações abordam investigações em sala de aula (ISA). Propostas de ensino (PE) e aspectos conceituais (AC) de Química Orgânica são representadas por oito publicações cada, que serão descritas a seguir.

Aspectos conceituais de Química Orgânica

A utilização de indicadores naturais, obtidos a partir do extrato de repolho roxo e de flores, não é recente no ensino de Química. Gouveia-Matos (1999), portanto, disponibiliza explicações teóricas sobre os conceitos de cor, luz e comprimento de onda, bem como a absorção de luz pelos compostos orgânicos e as transições eletrônicas nas estruturas das antocianinas, que explicam a ocorrência de diferentes cores nos indicadores ácido-base.

O artigo mencionado engloba aspectos macroscópico, microscópico e representacional da Química, e pode ser utilizado no planejamento de aulas relacionadas ao estudo de equilíbrio químico, ácidos e bases e funções orgânicas, bem como promover a integração entre disciplinas, como Biologia e Física.

A nomenclatura de compostos orgânicos (NCO) é o tema de dois artigos dessa categoria. No primeiro, Rodrigues (2001) apresenta as regras que seguem as recomendações de 1993 para NCO, exemplificando prefixos, sufixos e infixos, relacionando-os aos grupos funcionais.

O artigo de Rodrigues (2001) é dirigido a professores e alunos do ensino médio, que possuem dificuldades em aplicar as modificações na nomenclatura, considerando que a importância desse conteúdo é a identificação de espécies químicas através de palavras.

O segundo relacionado à NCO é o de Matos *et al* (2009). Os autores analisam livros didáticos a partir da década de 1970 e fazem um levantamento das concepções dos cidadãos sobre esse conteúdo através de um questionário.

Com relação à análise dos livros didáticos, vinte livros didáticos foram estudados de acordo com os seguintes critérios: objetivo do autor, destaque dado ao assunto NCO, recursos utilizados na apresentação do conteúdo, adequação às normas da União Internacional da Química Pura e Aplicada (IUPAC) e número de exercícios.

A partir da década de 1970, o conteúdo NCO tem destaque nos livros didáticos analisados, com objetivo principal de preparar o estudante para o vestibular, e ao longo das décadas, não ocorreram mudanças. Muitas páginas e exercícios são destinados ao estudo desse conteúdo.

Através do questionário, aplicado a 124 pessoas, constatou-se que 23,5% dos participantes declaram utilizar o que aprenderam em alguns aspectos do dia a dia e 72,3% afirmam que lembram os nomes estudados. Entretanto, a maioria não consegue nomear compostos orgânicos de forma correta. Os resultados do questionário também apontam a falta de conexão entre o conteúdo e as substâncias orgânicas do cotidiano.

Considerando os resultados, os autores questionam a necessidade de um cidadão saber as regras de NCO.

Por que um cidadão que provavelmente nem será um químico tem que saber tudo isso? Quais habilidades e competências estão sendo desenvolvidas? Citando apenas os PCN, será que alguma delas é contemplada nesse caso? Por que as regras e tabelas não podem ser fornecidas como dados a serem usados pelos estudantes? (MATOS *et al*, 2009, p. 44).

Portanto, as noções de NCO que são ensinadas no ensino médio podem ser objeto de discussão nos cursos de formação inicial e continuada de professores.

Uma pesquisa que também envolve a análise de livros didáticos é a de Mendonça, Campos e Jófili (2004), que analisa como o conceito de oxidação-redução é abordado em livros didáticos de Química Orgânica do ensino médio. É incontestável a importância desse conteúdo em nosso dia a dia.

A variedade de reações químicas que envolvem oxidação-redução no nosso cotidiano é surpreendente. Parece que vivemos das pilhas e baterias que movimentam as calculadoras, carros, brinquedos, lâmpadas, rádios, televisões e muitas outras coisas. Para combater a corrosão, polimos a prataria, pintamos as grades de ferro e galvanizamos os pregos. Circuitos de computadores são cobertos por finas camadas de ouro ou prata aplicadas por eletrodeposição. A revelação fotográfica utiliza reações químicas que envolvem transferência de elétrons. As plantas transformam energia em compostos através de uma série de reações chamadas de cadeia de transporte de elétrons. Os testes de glicose na urina, ou de álcool no ar expirado, são feitos com base em intensas mudanças de cor, através de reações que também envolvem a transferência de elétrons (MENDONÇA; CAMPOS; JÓFILI, 2004, p. 45 e 46).

Portanto, foram selecionadas dezessete coleções de livros, que foram analisadas de acordo com as seguintes categorias: abordagem revisória do conceito de oxidação; relação do conceito de oxidação com o número de oxidação; contextualização e reações de oxidação sem a presença do elemento químico oxigênio.

Como resultados, os autores explicam que: dois livros retomaram o conceito de oxidação estudado em Química Inorgânica; um livro relacionou o conceito de oxidação com o número de oxidação, considerando as relações com a identificação e o balanceamento de reações de oxidação-redução; dois livros fizeram a contextualização do conteúdo; e dois livros explicaram a ocorrência desse tipo de reação sem a presença de oxigênio. Os livros analisados, portanto, são pouco adequados para o ensino de reações de oxidação-redução.

A partir daí, questiona-se se o professor de ensino médio está apto a identificar as limitações apresentadas nos livros didáticos que utiliza em suas aulas.

A relação Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS) nos livros didáticos de Química Orgânica foi o tema de pesquisa de Amaral, Xavier e Maciel (2009). Os autores enfatizam a importância desse tipo de abordagem para a alfabetização científica e tecnológica do estudante, bem como para a formação do cidadão e sua

participação na sociedade.

Para a análise, os autores selecionaram seis livros didáticos, de acordo com o Programa Nacional do Livro didático para o Ensino Médio - PNLEM (2007). A análise das obras foi baseada nas pesquisas de Fracalanza e Megid-Neto, definindo indicadores para avaliação, como, por exemplo, o método científico que é descrito como uma sequência rígida de passos, a contextualização histórica do conhecimento científico, a desmistificação da figura do cientista, a presença de textos de inter-relações da ciência com a sociedade, entre outros.

É importante destacar que nenhum dos livros possuía todos os indicadores analisados, e que “a inserção das relações CTS não está totalmente contemplada nos conteúdos de funções orgânicas nos livros didáticos, apesar da importância dos compostos orgânicos na sociedade e de suas aplicações e utilizações no cotidiano dos cidadãos” (AMARAL; XAVIER; MACIEL, 2009, p. 111).

O livro didático tem um papel importante no contexto educacional brasileiro, mas é o professor que, na sua prática pedagógica, pode desenvolver nos alunos as habilidades e as competências necessárias para o exercício da cidadania. A partir disso, os autores sugerem os seguintes questionamentos:

Qual a compreensão dos professores de química sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade? Quais são suas crenças, suas concepções de progresso? O processo histórico vivenciado não teria contribuído para que uma parcela significativa dos professores, hoje, endosse uma perspectiva tecnocrática, concepção que inviabiliza o movimento CTS? (AMARAL; XAVIER; MACIEL, 2009, p. 112).

Fiorucci, Soares e Cavalheiro (2002) descrevem a importância dos ácidos orgânicos como substâncias no cotidiano. Com propriedades organolépticas específicas, ácidos carboxílicos são ácidos fracos, que apresentam altos pontos de ebulição em razão das ligações de hidrogênio.

Descobertos pelo químico experimental Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), ácidos carboxílicos podem ser utilizados como aditivos, agentes neutralizantes, conservantes e cosméticos. Exemplos de ácidos carboxílicos, como os ácidos fórmico, acético e cítrico, e suas características são descritas pelos autores.

O material sobre ácidos carboxílicos apresentado no artigo pode servir de subsídio para o professor trabalhar, além de funções orgânicas, conteúdos como elemento químico, ligação química e propriedades de compostos orgânicos nas

aulas.

Compreender a origem das moléculas orgânicas na Terra é o objetivo do artigo de Murta e Lopes (2005). Os autores apresentam “abordagens experimentais para se estudar a química pré-biótica, ou seja, a síntese de substâncias presentes em organismos vivos sob condições que poderiam ter levado à emergência da vida” (p. 26).

Murta e Lopes (2005) descrevem experimentos e mecanismos para síntese de moléculas orgânicas em laboratório, envolvendo ácido cianídrico, aminoácidos, purinas, pirimidinas e açúcares. Ainda hoje, muitos estudos visam à compreensão da formação de macromoléculas, agregação de moléculas a base de fósforo, dentre outros, e indicam “uma longa vida à evolução química enquanto campo de estudo”.

O artigo de Murta e Lopes (2005) aponta possibilidades de relacionar Química e Biologia, com relação aos conteúdos de hipóteses sobre a origem da vida e bioquímica.

Finalizando a análise dos artigos dessa categoria, o artigo de Brockson *et al* (2011) tem como objetivo a divulgação da pesquisa científica, ao explicar as reações que deram o prêmio Nobel de Química de 2010 ao norte-americano Richard F. Heck e aos japoneses Ei-chi Negishi e Akira Suzuki: reações de acoplamentos organometálicos cruzados fundamentais, catalisados por paládio.

De acordo com os autores do artigo, as reações de acoplamentos cruzados são aquelas que unem duas moléculas diferentes por átomos de carbono de cada componente, criando uma nova ligação C-C, e é chamada de organometálico, pois é mediada por átomos de metais de transição.

Em termos de aplicação em sala de aula, o artigo dá ênfase à importância desse tipo de reações bem como dos compostos formados.

Existe uma crescente necessidade por compostos químicos complexos. Por exemplo, a humanidade busca novos medicamentos que possam curar o câncer; a indústria eletrônica busca substâncias que, em determinadas condições, possam emitir luz; e a indústria agrícola busca substâncias que protejam as sementes e lavouras contra as mais diversas doenças e pragas. (BROCKSON *et al*, 2011, p. 233).

Os artigos que englobam aspectos conceituais da Química Orgânica apresentam revisões teóricas sobre temas, como indicadores ácido-base, ácidos orgânicos e a química pré-biótica. Um dos artigos apresenta a divulgação de

pesquisas científicas, relacionadas às reações de acoplamentos organometálicos cruzados. O material apresentado através desses artigos pode servir de base para os professores planejarem atividades didáticas.

A compreensão de nomenclatura de compostos orgânicos é o foco de dois artigos, sendo que em um deles, também são analisados livros didáticos. Comumente, o estudo de como dar nome aos compostos orgânicos simples é a base do ensino de Química no 3º ano do ensino médio, ainda hoje. Matos *et al* (2009) questionam essa necessidade. Uma pesquisa do tipo documental pode investigar quais são os temas abordados nas questões de Química Orgânica nas últimas edições dos exames nacionais de ensino médio.

Três pesquisas apresentam análises de livros didáticos. Dentre elas, a mencionada anteriormente, sobre nomenclatura de compostos orgânicos. O conceito de oxidação-redução e a abordagem CTS também são investigados. Aponta-se para a importância desse tipo de pesquisa, visto que o livro didático pode ser o principal instrumento que o professor utiliza para planejar suas aulas. A fim de ter condições de avaliar o material utilizado pelos alunos, é importante que a análise de livros seja feita pelos professores ainda na formação inicial.

Propostas de ensino de Química Orgânica

Um relato de experiência é apresentado por Quadros (1998), a partir do tema feromônios.

Os feromônios são substâncias químicas usadas na comunicação entre indivíduos da mesma espécie. A mensagem química tem como objetivo provocar respostas comportamentais como alarme, agregação, colaboração na produção de alimentos, defesa e acasalamento, dentre outras (QUADROS, 1998, p. 8).

A partir desse tema, a autora apresenta seus aspectos históricos, bem como fórmulas estruturais dessas substâncias. Além disso, cita atividades que podem ser feitas com os alunos na escola, como uma pesquisa sobre abelhas e a apresentação de seminários.

Enquanto que no artigo de Quadros (1998) o tema é feromônios, Santa Maria *et al* (2002) apresentam atividades envolvendo o tema petróleo. Esse tema pode ser

relacionado a conteúdos como hidrocarbonetos, propriedades físicas e processo de separação de misturas.

As atividades desenvolvidas para o 3º ano do ensino médio envolvem: o estudo da importância do petróleo, a visualização do óleo bruto, a apresentação dos filmes “Do poço ao posto” e “O refino”, a realização de experimentos como o teste de solubilidade e a determinação da porcentagem de álcool na gasolina e o estudo dos derivados do petróleo.

De fácil execução na escola, as sugestões apresentadas no artigo podem ser utilizadas no planejamento de sequências didáticas. Além disso, podem ser problematizadas a partir de questões ambientais.

A utilização da temática chás é a proposta discutida por Braibante *et al* (2014), que apresentam um breve histórico e a origem dos chás, os princípios ativos presentes nas plantas, suas estruturas químicas e propriedades medicinais, bem como propostas para a inserção da temática nas aulas.

Estudando chás é possível abordar vários conteúdos de Química Orgânica, como cadeias carbônicas, nomenclatura de compostos orgânicos, grupos funcionais, isomeria, reações químicas e indicadores de pH, utilizando-se pesquisas sobre a composição química, degustação e atividade experimental de identificação de grupos funcionais dos chás.

Uma das vantagens da sequência didática apresentada é a relação com o dia a dia: o chá torna-se um tema que propicia a contextualização. O mesmo ocorre com o petróleo e os feromônios, temas envolvidos nos artigos anteriores.

Além da utilização de temas, o foco de muitas propostas de ensino é a experimentação. No artigo de Ibanez (2002), aborda-se o problema da contaminação do meio ambiente: a maioria dos poluentes é susceptível a participar de reações de oxidação e de redução, sendo que a mudança no estado de oxidação, por transferência de elétrons, pode ocasionar mudanças nas suas propriedades. Reações de oxidação e redução são a base do estudo da eletroquímica.

Os experimentos descritos no artigo são técnicas em microescala que objetivam a remoção de corantes e a destruição da imitação de rejeito orgânico.

O uso de indicadores de pH é o objetivo do artigo de Dias, Guimarães e Merçon (2003). Os experimentos apresentados pelos autores são baseados,

primeiramente, na extração de pigmentos da beterraba, cenoura, pimentão verde e amarelo, que apresentam os agentes cromóforos betamina, capsantina, capsorubina e β -caroteno. Após a extração, é investigado o comportamento dos corantes mediante variação de pH.

Os autores citam os conteúdos que podem ser trabalhados a partir dessa atividade: polaridade, solubilidade, funções orgânicas, métodos de separação de misturas, equilíbrio ácido-base e indicadores de pH.

Os materiais utilizados são de baixo custo e fácil aquisição, o que possibilita a execução da proposta apresentada nas aulas. Outra vantagem da proposta é a possibilidade de associar as atividades a diversos conteúdos trabalhados no ensino médio.

O uso de pigmentos naturais também é o objetivo do artigo de Silva *et al* (2006). No experimento apresentado, os autores propõem a separação, em colunas cromatográficas, do pigmento de pimenta, condimento de cor vermelho intensa. Para a montagem das colunas, utiliza-se sílica-gel, giz, talco e açúcar refinado. Conteúdos como estruturas dos compostos, reações químicas, polaridade, interações moleculares e solubilidade podem ser abordados.

Outro experimento apresentado utiliza um medidor de fluorescência. Sartori e Loreto (2009) descrevem os materiais, a montagem, a preparação de amostras e a utilização do equipamento, que simula equipamentos utilizados em laboratório.

O princípio de funcionamento do equipamento baseia-se na absorção de energia de um fóton, que eleva um elétron do estado fundamental para o estado excitado. Este, por sua vez, é instável, e os elétrons excitados decaem rapidamente, liberando energia na forma de calor.

Os autores comentam que conteúdos como fotoquímica, níveis de energia, orbitais moleculares, interação entre radiação e moléculas orgânicas biológicas podem ser trabalhados em sala de aula.

O experimento apresentado é importante e pode ser utilizado para o entendimento dos modelos atômicos. Entretanto, a montagem do equipamento exige dedicação e tempo do professor.

Finalizando a categoria, analisa-se uma proposta de ensino baseada no jogo: SueQuímica. Santos e Michel (2009) propõem unir as regras do jogo tradicional de sueca aos conceitos de força ácida de substâncias orgânicas e inorgânicas.

Os autores apresentam a proposta de jogo, a fim de auxiliar os alunos a explorar as relações entre estrutura e força ácida de uma série de substâncias do tipo ácido de Arrhenius, utilizando os valores de constante ácida (K_a). Através do jogo, pode-se trabalhar em sala de aula os conteúdos funções orgânicas e inorgânicas e equilíbrio químico.

O foco das propostas de ensino de Química Orgânica é a experimentação, envolvendo poluição, fluorescência, pigmentos como indicadores ácido-base e na separação cromatográfica. Alguns artigos que apresentam atividades contextualizadas por um tema, como petróleo e chás, também apresentam propostas de experimentos. Outro tema que pode ser utilizado para relacionar os conceitos de Química com o dia a dia é feromônios. Um jogo sobre força de ácidos e bases também é descrito nessa categoria.

Investigações em sala de aula sobre Química Orgânica

O desenvolvimento de sequências didáticas em aulas de Química e a apresentação dos resultados dessas atividades são os objetivos das pesquisas classificadas nessa categoria. O uso de temas possibilita a contextualização no ensino de Química.

No artigo apresentado por Cavalcanti *et al* (2010), o tema da unidade didática é agrotóxico. Através dele, foram abordados conteúdos como: elemento químico, substância, mistura, funções orgânicas, solubilidade, concentração, densidade, ponto de fusão, ponto de ebulição e fórmulas estruturais, bem como os efeitos dos agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana.

Aplicada em turmas de 1º, 2 e 3º anos, a intervenção didática envolveu a problematização do tema através de uma fotografia, o levantamento das concepções prévias, o estudo do meio com uma visita ao campo de trabalho dos agricultores, um seminário temático ministrado pela professora, leitura, interpretação e discussão do texto “Agrotóxicos: de mocinho a bandido”, um painel integrado, trabalhos em grupo de análise de rótulos e embalagens e realização de experimentos.

De acordo com os autores, a utilização de diversas metodologias na unidade didática exigiu uma participação ativa dos alunos: os conceitos foram mais detalhados, pois passaram a ser mais discutidos em um processo descendente, e os

conceitos populares passaram a ser enriquecidos.

A unidade didática apresentada por Cavalcanti *et al* (2010) apresenta um tema relevante, principalmente quando os alunos residem em áreas de atividade agrícola e convivem diariamente com agrotóxicos.

Perfumes é o tema da unidade didática apresentada por Santos e Aquino (2011), para a abordagem dos conteúdos de funções orgânicas oxigenadas e bioquímica.

O recurso didático utilizado foi o cinema, através do filme “Perfume - a história de um assassino” (2006). A intervenção didática foi desenvolvida em turmas do 3º ano do ensino médio de duas escolas: após assistirem ao filme, os alunos receberam um roteiro de pesquisa, executando-a para, posteriormente, participarem de uma roda de discussão. Os temas abordados foram: estrutura dos perfumes, composição química dos perfumes e compostos envolvidos nos processos, bem como a identificação das funções orgânicas e sua relação com a Bioquímica. Posteriormente, os alunos construíram produções textuais e histórias em quadrinhos e resolveram exercícios contextualizados.

Os resultados apontam o cumprimento dos objetivos esperados, bem como o auxílio na “autoconstrução de conceitos e o desenvolvimento e a socialização de conhecimentos por parte dos estudantes” (SANTOS; AQUINO, 2011, p. 167). Os autores consideram que as atividades propostas desenvolveram a curiosidade, o aprendizado e a alfabetização científica.

O tema utilizado pelos autores é amplo e de conhecimento dos alunos e os filmes podem despertar o interesse dos alunos nas aulas, sendo também um recurso que pode promover a interdisciplinaridade. Além disso, a construção de histórias em quadrinhos e produções textuais torna-se um meio para a divulgação dos estudos na disciplina.

O tema alimentos é o escolhido por Mello e Costallat (2011), no desenvolvimento de uma unidade didática aplicada em uma escola de campo.

Primeiramente, os conhecimentos prévios dos estudantes foram investigados, a fim de facilitar o planejamento das atividades, que foram: pesquisa inicial sobre o tema, aulas expositivo-dialogadas, procedimentos experimentais (pasteurização do leite, fabricação de queijo e iogurte, práticas de branqueamento de hortaliças, fabricação de pickles e geléia de iogurte), abordagem de conteúdos (cadeias

carbônicas, funções orgânicas e biomoléculas), avaliação através da elaboração de cartazes, aplicação de questionários avaliativos e questionário de opinião.

É importante mencionar que as atividades experimentais foram desenvolvidas na cozinha da escola, e exigiram dos alunos participação, interesse, autonomia e responsabilidade. O tema alimentos também pode promover o trabalho interdisciplinar.

Na pesquisa desenvolvida por Pazinato *et al* (2012), o tema medicamentos foi escolhido para a elaboração da atividade didática.

Antes desse momento, entretanto, os autores aplicaram um questionário a professores de cinco escolas de Santa Maria-RS, a fim de investigar os livros didáticos utilizados, se fazem atividades experimentais em suas aulas e se utilizam temáticas para contextualizar os conteúdos. Além disso, fizeram a análise dos livros didáticos utilizados pelos professores com relação à abordagem do conteúdo de funções orgânicas.

A atividade didática apresentada no artigo foi desenvolvida com alunos do curso de licenciatura em Química da Universidade Federal de Santa Maria e consiste na identificação de grupos funcionais nos princípios ativos: ácido ascórbico, codeína, paracetamol e ácido acetil salicílico, através dos testes de Bayer e Jones e reações de identificação de fenol e ácidos carboxílicos.

O tema medicamentos possibilita a contextualização do ensino de Química. Além de funções orgânicas, outros conteúdos também podem ser trabalhados a partir desse tema: elemento químico, ligações químicas, tabela periódica, propriedades dos compostos orgânicos, cinética química. Outras abordagens também podem ser utilizadas, como o problema da automedicação, que é o objetivo do artigo de Silva e Pinheiro (2013).

No artigo mencionado acima, apresenta-se um relato de uma experiência em sala de aula. “Os seguintes objetivos foram estabelecidos para os trabalhos em sala de aula: discutir a automedicação, conscientizar sobre seus riscos, ensinar a ler bulas e explorar a composição química dos medicamentos mais utilizados na comunidade” (SILVA; PINHEIRO, 2013, p. 94).

Uma sequência didática envolvendo cinco aulas e atividades, como leitura de texto, análise de bulas, classificação dos remédios trazidos pelos alunos, vídeos com normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), entrevistas com

peças da cidade e uma farmacêutica, montagem de moléculas, bem como a avaliação por meio de um texto com certos tópicos, foram aplicadas com alunos do 2º ano do ensino médio. Estes se envolveram com a proposta, alcançando os objetivos propostos e desenvolvendo a conscientização relacionada ao problema.

A inserção de um tema sociocientífico nas aulas práticas de um curso técnico foi o objetivo de um estudo de caso apresentado por Santos, Amaral e Maciel (2009). A pesquisa foi classificada como um estudo de caso, sendo que os alunos selecionaram oito temas sociocientíficos, e um deles foi a cachaça.

Com relação às atividades, primeiramente, os alunos trouxeram amostras de cachaça para a sala de aula. Em um segundo momento, o professor explicou as características básicas da cachaça e questionou os alunos sobre a origem, a composição, a produção, os problemas ambientais relacionados, o consumo e a presença no mercado nacional e internacional. No terceiro momento, os alunos e o professor escolheram, em conjunto, as análises que seriam feitas nas amostras de cachaça. Discussões e apresentação de seminários também fizeram parte das atividades propostas.

Os autores consideram que a abordagem possibilitou o desenvolvimento de habilidades, como:

Identificação de problemas com interesse/impacto social; aprendizagem enfocando o futuro; exercício da cidadania ao se tentarem resolver problemas que os próprios alunos identificaram; envolvimento ativo do estudante ao buscar informações úteis; seleção de procedimentos experimentais; trato com problemas verdadeiros no contexto real; busca, principalmente, por implicações sociais dos problemas tecnológicos; [...] (SANTOS; AMARAL; MACIEL, 2009, p. 235 e 236).

A autonomia dada aos estudantes, tanto na escolha dos temas, como nas atividades que seriam realizadas, pode envolvê-los no processo de ensino e aprendizagem, tornando-o mais produtivo. Além disso, o professor torna-se mediador do processo.

Deixando de lado o uso de temas para o ensino de Química Orgânica, Siqueira, Silva e Júnior (2011) relatam a aplicação da recursividade em uma turma de 3º ano do ensino médio sobre o conteúdo de propriedades dos materiais no contexto das substâncias orgânicas.

A recursividade é um instrumento pedagógico que tem como objetivo abordar os mesmos conteúdos e conceitos em diferentes contextos, situações e momentos da vida escolar.

A pesquisa descrita pelos autores envolveu a observação das aulas e a construção de um diário reflexivo, bem como a elaboração de uma sequência didática de oito aulas e a avaliação com testes que continham questões-problema. Constatou-se, através dos testes, que os alunos apresentaram baixa capacidade do uso correto da língua portuguesa para apresentação de explicações e baixa capacidade de apresentação de modelos, representações e linguagem tipicamente utilizados na ciência.

Os artigos selecionados nessa categoria envolveram pesquisas a partir do trabalho com a recursividade em aulas e a inserção de temas, como agrotóxicos, perfumes, medicamentos, bebidas alcoólicas, envolvendo atividades experimentais e outros recursos didáticos.

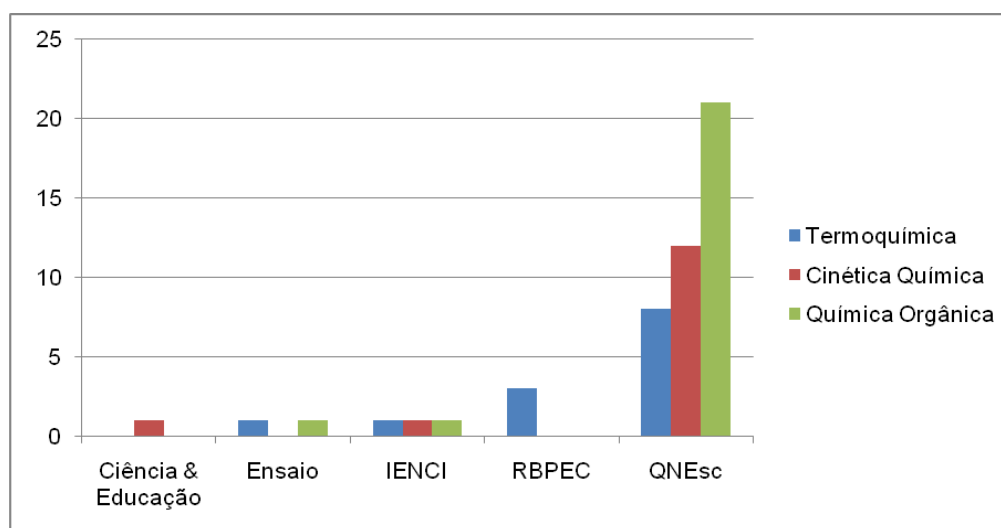
2.5 UM OLHAR SOBRE A ANÁLISE DOS ARTIGOS

A análise dos artigos publicados nos periódicos nacionais sobre os tópicos de Termoquímica, Cinética Química e Química Orgânica foi feita, no primeiro momento, de forma separada. Ao analisarmos de forma conjunta, pode-se construir o Gráfico 7.

A maior quantidade de publicações se concentra na QNEsc, o que é um resultado esperado, pois foi o único periódico específico da área de ensino de Química analisado. Nos demais periódicos, a presença de artigos sobre os tópicos selecionados foi inexpressiva. Na RBPEC, por exemplo, foram encontrados artigos apenas sobre Termoquímica e na Ciência & Educação, apenas sobre Cinética.

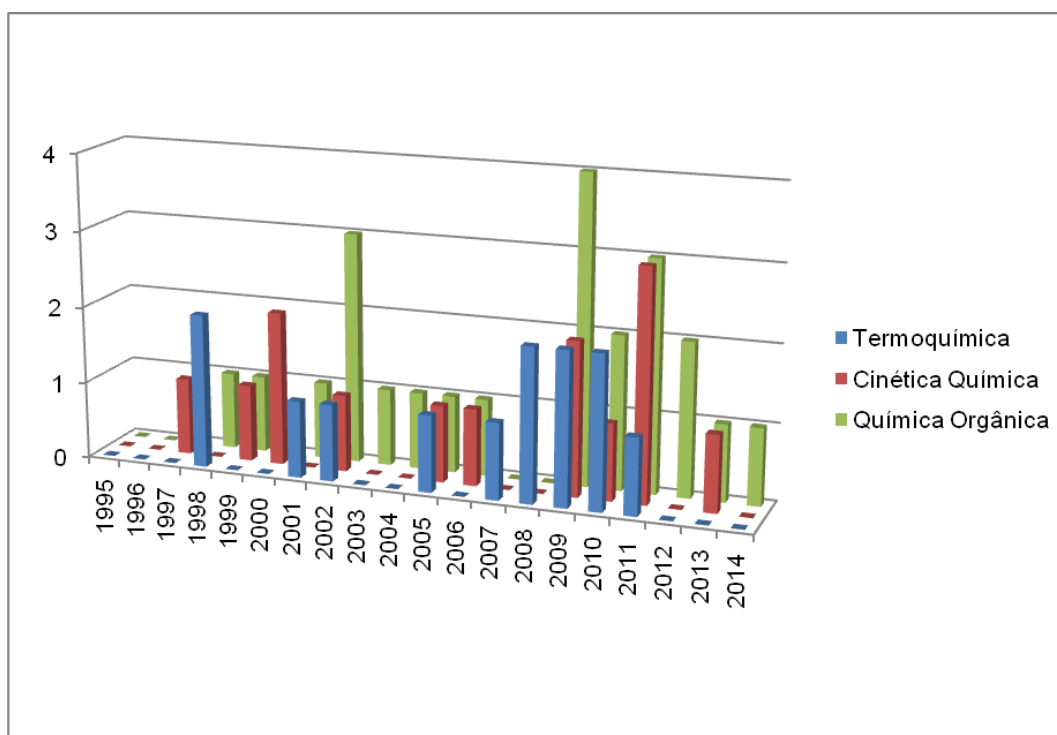
Ao total, cinquenta artigos foram analisados. A maior produção de artigos relacionados aos tópicos ocorreu nos últimos dez anos (2005-2014) (Gráfico 8), o que pode estar relacionado ao aumento da periodicidade das revistas.

Gráfico 7 - Termoquímica, Cinética Química e Química Orgânica nos periódicos nacionais



Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 8 - Número de publicações de Termoquímica, Cinética e Química Orgânica por ano



Fonte: Elaborado pela autora.

Ao analisar o foco do artigo, constata-se que quinze artigos apresentam aspectos conceitos (AC), dezenove artigos apresentam propostas de ensino (PE) e dezesseis artigos investigações em sala de aula (ISA).

Nos artigos que apresentam propostas de ensino, a experimentação é a base das três unidades. Esta tendência é explicada porque a Química é uma ciência experimental e o uso de experimentos como recursos didáticos para as aulas é incentivado pelos documentos que orientam o ensino.

Além de atividades experimentais, os artigos sobre Termoquímica mencionam as dificuldades dos alunos com relação à compreensão dos conceitos. Nos artigos de Cinética, as pesquisas apresentam experimentos, com materiais alternativos. Na Química Orgânica, os artigos apresentam pesquisas em livros didáticos, experimentos e sequências didáticas estruturadas a partir de temas.

Os PCN+ explicam a importância do desenvolvimento de competências e habilidades através de temas e conteúdos de ensino. A “seleção de conteúdos e temas relevantes que favoreçam a compreensão do mundo natural, social, político e econômico” (BRASIL, 2002, p. 88) é importante. Através dos temas, deve-se contemplar o desenvolvimento de procedimentos, atitudes e valores.

Essa análise dos artigos contribui, primeiramente, para o planejamento das unidades didáticas. Algumas pesquisas foram utilizadas como recursos didáticos para as aulas das unidades didáticas.

Entretanto, deve-se enfatizar que as atividades que são feitas em sala de aula dependem da escolha do professor. As escolhas do professor, por sua vez, dependem da instituição, dos estudantes e da experiência do professor. Estes fatores constituem condicionantes da prática docente.

Os artigos, por sua vez, não contemplam todos os conteúdos que foram trabalhados nas unidades. Dentre eles, podem-se citar os cálculos relacionados à variação de entalpia, os aspectos microscópicos que explicam os fatores que afetam a velocidade das reações e as classificações de carbonos e cadeias carbônicas. Com relação ao último, os temas de Química Orgânica são associados principalmente às funções orgânicas.

No Capítulo 3, são apresentadas as escolhas da professora/pesquisadora, constituindo o planejamento das atividades didáticas.

3 UNIDADES DIDÁTICAS: PLANEJANDO A INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

A intervenção pedagógica é formada pelas etapas de planejamento, aplicação e avaliação (ZABALA, 1998). Entende-se que o planejamento e a avaliação dos processos educativos são inseparáveis da prática docente. Por isso, o planejamento é apresentado nesse capítulo e engloba a descrição das unidades didáticas de Termoquímica, Cinética Química e Química Orgânica

As unidades didáticas englobam um conjunto de atividades, que são os elementos básicos do processo educativo: podem ser um debate, uma leitura, uma pesquisa bibliográfica, uma ação motivadora, uma observação, uma aplicação, um exercício, dentre outras.

As unidades didáticas sobre Termoquímica e Cinética Química foram desenvolvidas em 2013, quando os alunos envolvidos cursavam o 2º ano do Ensino Médio. Em 2014, foi desenvolvida a unidade didática sobre Química Orgânica, com os mesmos alunos no 3º ano.

A descrição das aulas e de suas atividades é feita utilizando a primeira pessoa do singular.

3.1 UNIDADE DIDÁTICA SOBRE TERMOQUÍMICA

O estudo da Termoquímica teve como objetivos o entendimento dos conceitos de energia, calor, temperatura entalpia, fenômenos endotérmicos e exotérmicos, a interpretação de uma equação termoquímica, a compreensão da lei de Hess e de formas de calcular a variação de entalpia em determinados processos. A unidade foi constituída de quatorze aulas, incluindo os períodos destinados à avaliação.

Aulas 1 e 2

Com o objetivo de introduzir o estudo do conteúdo de Termoquímica, propus aos alunos uma pergunta inicial: “Por que, ao sairmos de uma piscina em um dia de vento, sentimos frio?”.

Essa atividade está relacionada à etapa defendida por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007), denominada de problematização inicial, onde “apresentam-se situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas no tema” (p. 200). É importante que, a partir das situações abordadas e discutidas, os alunos tenham a necessidade de entendimento de outros conhecimentos.

A função do professor, de acordo com os autores citados, é questionar posicionamentos e lançar dúvidas sobre o assunto, e não responder ou fornecer explicações.

Solicitei aos alunos, portanto, a elaboração de hipóteses para a resolução da pergunta inicial. Após a realização da atividade, comentei algumas hipóteses elaboradas pelos alunos e que os estudos relacionados à Termoquímica seriam a base para o entendimento da situação-problema apresentada, bem como de outras experiências vividas em nosso dia a dia.

A fim de “desenvolver a conceituação identificada como fundamental para uma compreensão científica das situações problematizadas” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007, p. 201), a tarefa posterior foi uma pesquisa na internet sobre os conceitos iniciais de Termoquímica. Os alunos se dirigiram ao laboratório de informática da escola e fizeram a tarefa, orientados pelas perguntas e *sítes* descritos no Quadro 1.

A pesquisa nas aulas, de acordo com Moran (2012), pode ser “um primeiro passo para entender, comparar, escolher, avaliar, contextualizar, aplicar de alguma forma” (p. 103), e a internet é um meio para fazer esse processo. Entretanto, é preciso atenção à seguinte questão: “Quais são as 'fontes confiáveis' para obter as informações?” (MORAN, 2012, p. 105). Por causa da incredibilidade de inúmeras informações veiculadas pela internet, orientei os alunos à utilização de alguns *sítes* na pesquisa.

Com relação à importância da pesquisa, Antunes (2013) explica que uma das competências a serem desenvolvidas nos alunos engloba a capacidade de “aprender a localizar, acessar, selecionar, classificar, contextualizar e usar melhor as informações disponíveis” (ANTUNES, 2013, p. 70).

Quadro 1 – Questões para pesquisa na internet

Pesquisa na internet - Responda as seguintes perguntas:

- a) Como começou o estudo da termoquímica?
- b) O que é termodinâmica?
- c) O que é calor?
- d) O calor é proporcional à diferença de temperatura?
- e) O que é calor específico?
- f) O que é calor de reação?
- g) O que é entalpia?
- h) O que são processos exotérmicos?
- i) O que são processos endotérmicos?

Algumas dicas de *sites* para pesquisa também foram disponibilizadas.

<http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/GermHIHe.html>

<http://www.ufjf.br/cursinho/files/2012/05/Apostila-de-Química-III-3.1072.pdf>

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc07/aluno.pdf>

<http://netopedia.tripod.com/quimic/termoquimica.htm>

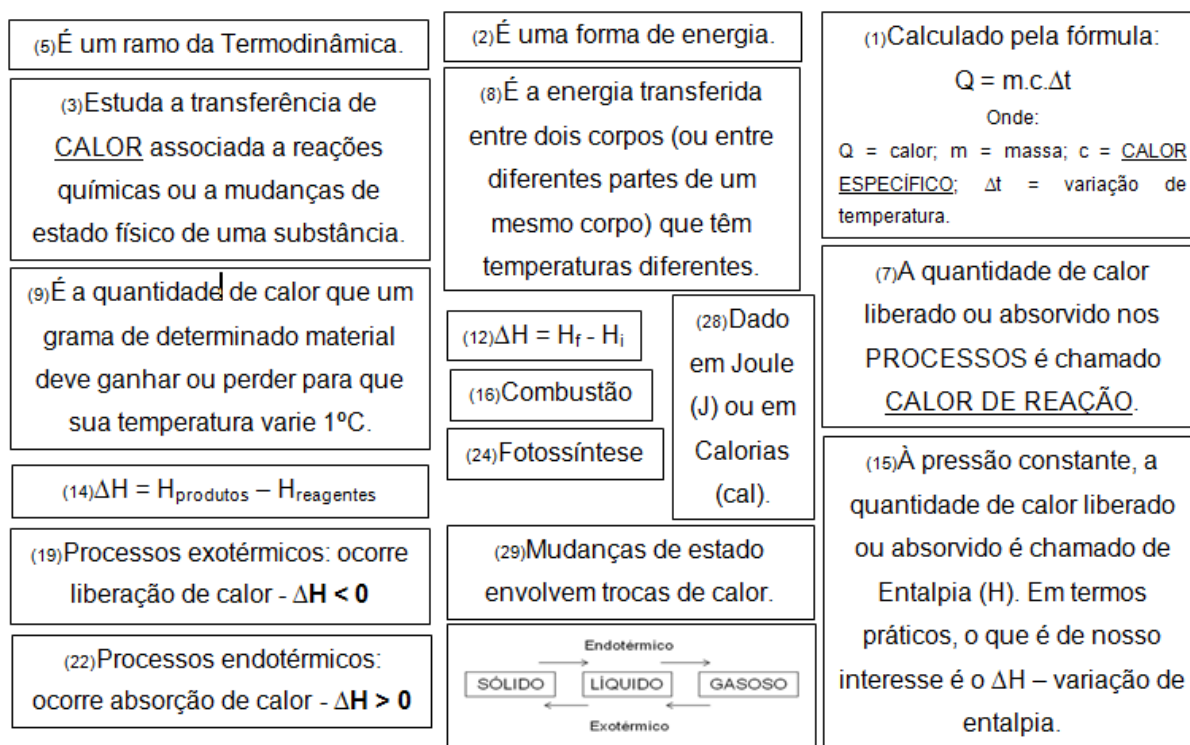
Fonte: Elaborado pela autora.

Aula 3

A partir do material da pesquisa na internet, o objetivo da terceira aula foi a montagem de um diagrama de conceitos, representação baseada na relação entre conceitos, defendida por Moreira (2006) na explicação dos mapas conceituais.

Os alunos receberam a folha com os conceitos em retângulos (Figura 3), e procederam, primeiramente, ao recorte dos mesmos.

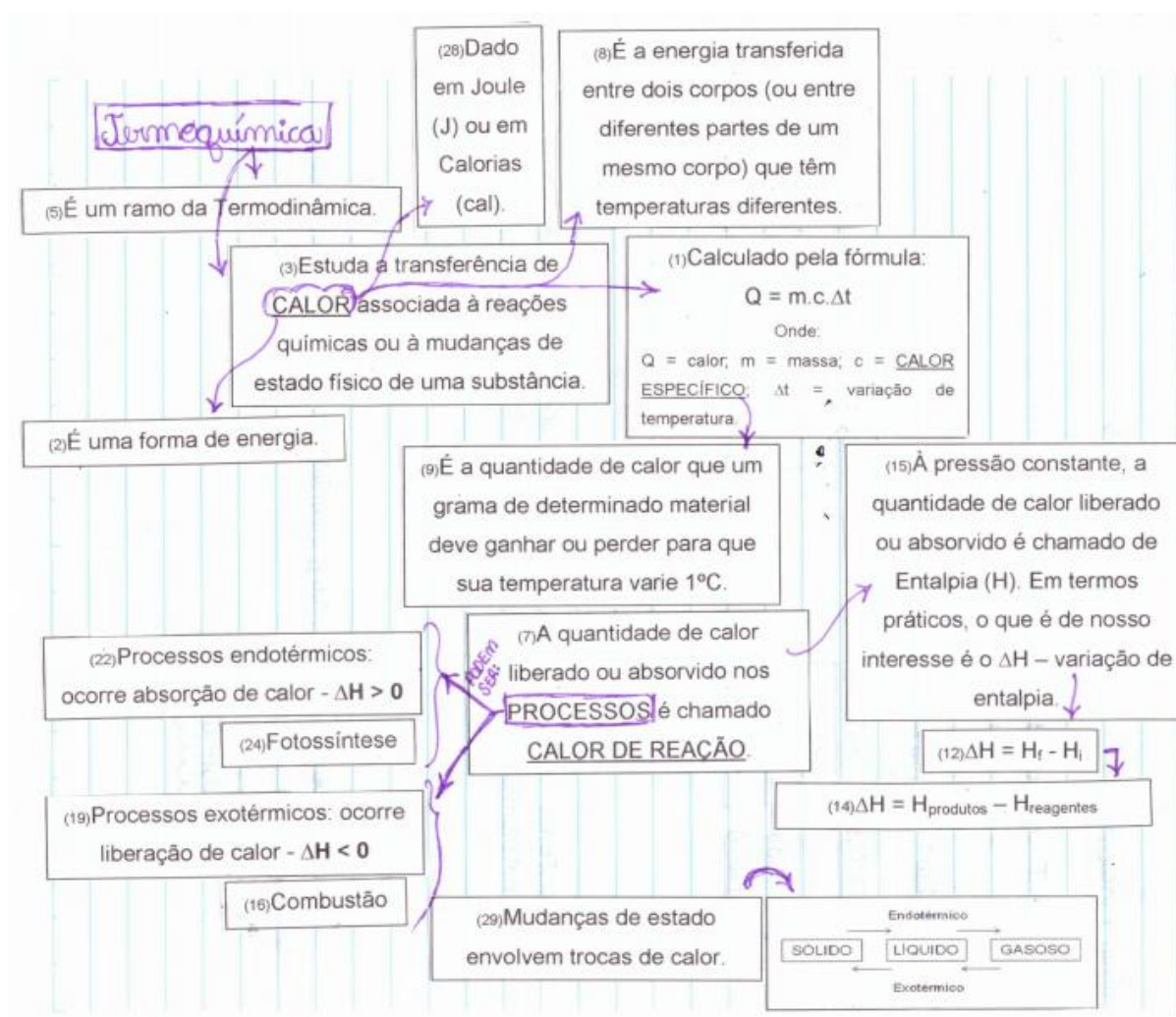
Figura 3 - Material para construção do diagrama de conceitos



Fonte: Elaborada pela autora.

A montagem do diagrama iniciou-se a partir da palavra “termoquímica”: questionei os alunos quais eram os retângulos relacionados ao conceito de Termoquímica (os retângulos eram numerados a fim de facilitar a montagem do diagrama). No retângulo 3, estava sublinhada a palavra “calor” e a partir daí, apontou-se os retângulos relacionados à esse conceito. Um exemplo do diagrama proposto é exposto na Figura 4, elaborado pelo aluno 8.

Figura 4 - Diagrama de conceitos do aluno 8



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Aula 4

Na quarta aula, orientei os alunos numa atividade experimental sobre fenômenos endotérmicos e exotérmicos. De acordo com Silva, Machado e Tunes (2011), através de atividades experimentais, podem-se apresentar fenômenos simples a partir dos quais se estudam aspectos teóricos.

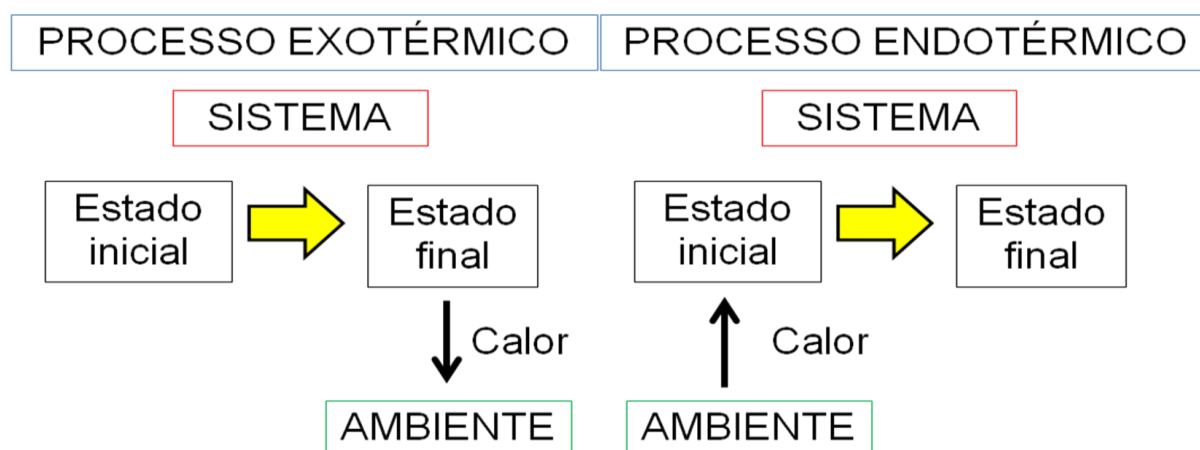
No laboratório, divididos em dois grupos, os alunos realizaram a dissolução de hidróxido de sódio e constataram o aumento da temperatura do frasco. A partir daí, questionei os alunos levando ao entendimento de que o aquecimento está relacionado à liberação de energia do sistema para o ambiente, caracterizando um

processo exotérmico. A segunda atividade, que foi trabalhada da mesma maneira, foi a evaporação da acetona, um fenômeno endotérmico.

A importância do diálogo, como o vivenciado durante a atividade experimental, é defendida por Machado e Mortimer (2012). Os autores explicam que os alunos vão incorporar os discursos e as visões de mundo que circularam durante as atividades propostas, as aulas do professor, a discussão com os colegas, as leituras, etc. Este processo é fundamental para a elaboração de uma forma de falar e pensar sobre o mundo, utilizando os conhecimentos de Química.

Coloquei os esquemas mostrados na Figura 5 no quadro, a fim de possibilitar a compreensão e a diferenciação entre fenômenos.

Figura 5 - Esquemas explicativos dos processos exotérmico e endotérmico



Fonte: (COSTA; ALMEIDA, 2011).

De acordo com Atkins e Jones (2012), um processo que libera calor para o ambiente é chamado de exotérmico. Exemplos de fenômenos deste tipo são as reações mais comuns e todas as reações de combustão, como as utilizadas em meios de transporte e no aquecimento.

Já no processo endotérmico, os fenômenos absorvem calor do ambiente. Um exemplo é a vaporização, pois é necessário fornecer calor para afastar as moléculas de um líquido umas das outras (ATKINS; JONES, 2012).

Aula 5

Durante a quinta aula, retomei os esquemas apresentados na aula anterior. Os alunos também tentaram resolver novamente a situação-problema proposta na primeira aula, aplicando os conceitos trabalhados.

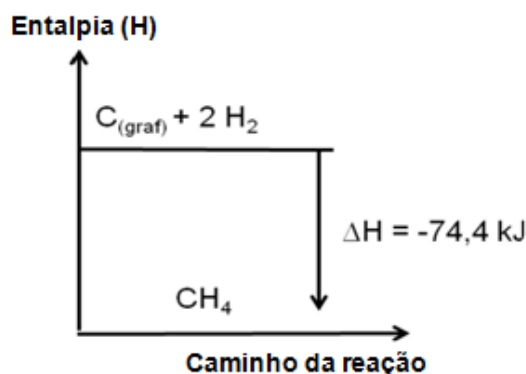
Apresentei a eles uma tarefa que solicitava a construção de um calorímetro (o material construído foi utilizado na décima aula). A função do calorímetro também foi apresentada: “a transferência de energia na forma de calor é medida com um calorímetro, um dispositivo no qual o calor transferido é monitorado pela variação de temperatura que ele provoca, usando-se $q = C_{\text{cal}}\Delta t$, onde C_{cal} é a capacidade calorífica do calorímetro” (ATKINS; JONES, 2012, p. 245).

Os alunos receberam uma folha-resumo, com os seguintes conceitos: equação termoquímica, diagramas que representam processos endotérmicos e exotérmicos, lei de Hess, entalpia de combustão, entalpia de formação e de ligação.

Após a apresentação de exemplos de equações termoquímicas, expus aos alunos os diagramas, que também são formas de representação de processos endotérmicos e exotérmicos, relacionados às competências de representação e comunicação (BRASIL, 1999) e ao aspecto simbólico do conhecimento químico (MACHADO; MORTIMER, 2012),

Como exemplo, um diagrama de um processo exotérmico é representado na Figura 6: o valor da variação de entalpia da reação é negativo, pois a entalpia dos reagentes tem valor maior do que entalpia dos produtos, o que caracteriza a liberação de energia para o ambiente.

Figura 6 - Diagrama de representa um processo exotérmico



Fonte: (COSTA; ALMEIDA, 2011).

Aulas 6 e 7

Os objetivos da sexta e da sétima aula foram explicar as equações termoquímicas e suas representações e estudar diferentes maneiras de obter a variação de entalpia de um processo, a fim de selecionar e utilizar instrumentos de cálculo, representar dados, utilizar escalas e interpretar resultados (BRASIL, 2002).

Aos cálculos de variação da entalpia e à transferência de energia em fenômenos endotérmicos e exotérmicos está associado o princípio da conservação da energia.

Portanto, a sexta aula iniciou com as seguintes explicações:

“Falei para eles que havia um modo de calcular o ΔH , a variação de entalpia, o calor envolvido em processos à pressão constante, através de cálculos. Expliquei sobre a Lei de Hess e tentei associar ao estudo dos sistemas em Matemática. Coloquei um problema no quadro - o cálculo da entalpia de combustão do $C_{(graf)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ a partir de duas equações termoquímicas.

(...) Daí expliquei que eles poderiam “cortar” compostos dos reagentes com os dos produtos, que eles deveriam “cortar” quantidades iguais, que eles poderiam inverter a equação (e eles deveriam encontrar/verificar se as equações auxiliares mostraram as substâncias requeridas na equação problema do lado certo, ou seja,

se os reagentes da reação problema estavam do lado dos reagentes das equações auxiliares, e se os produtos na reação problema estavam do lado dos produtos nas equações auxiliares” (Diário das aulas 6 e 7 - Termoquímica).

A lei de Hess pode ser compreendida como uma forma utilizada para cálculo da variação de entalpia, a partir da soma das entalpias de reação das etapas em que a reação pode ser dividida. Logo, o uso do termo “cortar” não foi adequado, e poderia ser substituído por “simplificar”.

Expliquei o cálculo das entalpias de combustão e formação através de exemplos, e como tarefa, solicitei a resolução de exercícios do livro de Química.

Aulas 8 e 9

Nas aulas 8 e 9, procedeu-se à correção dos exercícios deixados como tarefa nas aulas anteriores de forma dialogada e interativa.

Aula 10

A décima aula da unidade ocorreu quinze dias após as aulas 8 e 9. Os grupos de alunos apresentaram seus calorímetros e o utilizaram em um experimento - a determinação do calor envolvido na reação de decomposição do peróxido de hidrogênio, com base na atividade apresentada por Braathen *et al* (2009):

[...] uma experiência simples, realizada com material de fácil aquisição e baixo custo, mas que também produz bons resultados. Nesse experimento calorimétrico, foi medida a entalpia molar da reação de decomposição do peróxido de hidrogênio contido em água oxigenada comercial a 10 volumes, usando fermento biológico (de pão) como catalisador (p. 42).

O experimento consistia na medida da temperatura de um frasco de água oxigenada, colocada no recipiente do calorímetro. Após esta medida, colocou-se uma colher de fermento biológico na solução, catalisador da reação de decomposição (Anexo A). A variação da temperatura do sistema, portanto, pode ser determinada, indicando um processo exotérmico.

Considerando os dados obtidos através do experimento, os alunos construíram um relatório, respondendo aos seguintes questionamentos:

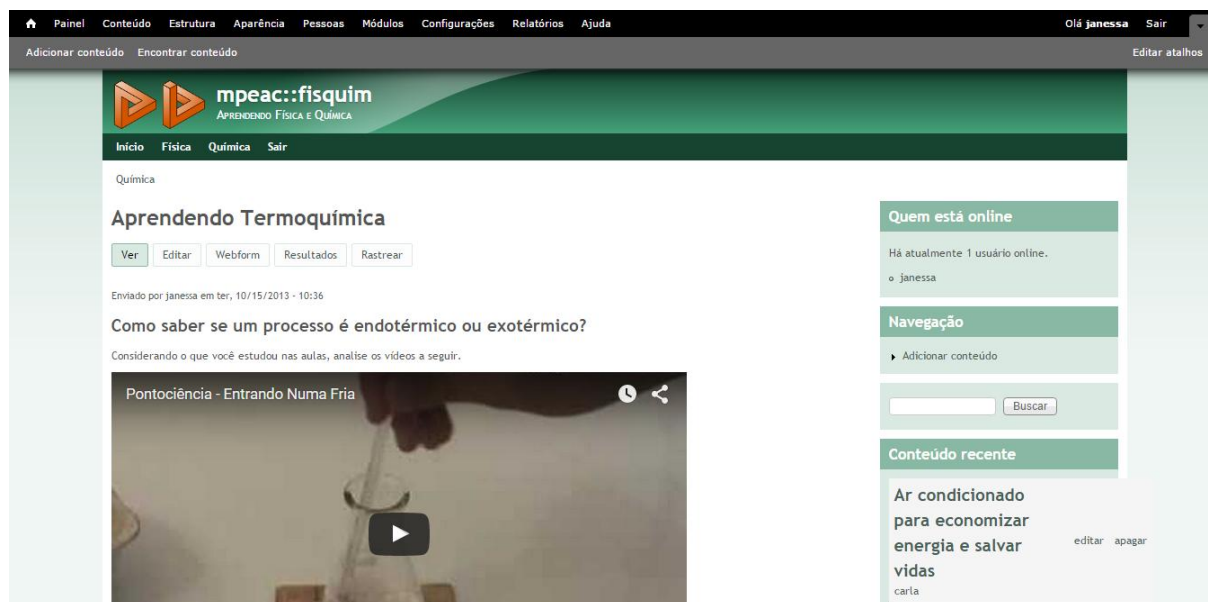
- Determine o calor envolvido na decomposição do peróxido de hidrogênio, considerando os valores de densidade e calor específico da água para o cálculo.
- Represente a reação que ocorre no calorímetro.
- Aponte possíveis erros que ocorrem nesse experimento.

Aulas 11 e 12

Nas aulas 11 e 12, os alunos fizeram exercícios adicionais, com o objetivo de revisar a identificação de fenômenos endotérmicos e exotérmicos, bem como os cálculos de variação de entalpia, usando lei de Hess e entalpia de formação.

Apresentei aos alunos o *site* FISQUIM, disponível em <http://www.ufsm.br/mpeac/fisquim> (Figura 7), que seria utilizado nas aulas das disciplinas de Física e Química da escola. O *site* foi desenvolvido pelo professor Ricardo Andreas Sauerwein que faz parte, assim como eu, do grupo de pesquisa Métodos e Processos de Ensino e Aprendizagem de Ciências (MPEAC).

Figura 7 - *Layout* do site FISQUIM



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

No *site* FISQUIM, a atividade “Aprendendo Termoquímica” tinha como objetivo a identificação de processos endotérmicos e exotérmicos, em dois vídeos

selecionados do *site* Pontociência². Também era solicitado que os alunos descrevessem o que estava acontecendo nos vídeos, quais fenômenos, reagentes e produtos. Portanto, através da realização da tarefa, descrevem-se transformações químicas, exigindo-se compreensão e utilização de conceitos químicos dentro de uma visão microscópica (BRASIL, 1999).

O uso do *site* FISQUIM está relacionado à utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC):

Por novas tecnologias em educação, estamos entendendo o uso da informática, do computador, da internet, do CD-ROM, da hipermídia, da multimídia, de ferramentas para educação a distância - como *chats*, grupos ou listas de discussão, correio eletrônico, etc. - e de outros recursos e linguagens digitais de que atualmente dispomos e que podem colaborar significativamente para tornar o processo de educação mais eficiente e mais eficaz (MASSETO, 2012, p. 152).

A produção de novos materiais educativos e a facilidade nas interações são as razões pelas quais as tecnologias podem inovar o processo de ensino e aprendizagem (SILVA; FERNANDES; NASCIMENTO, 2012). Estes também são os motivos que justificam a implementação do *site* FISQUIM.

Aula 13

Na aula 13, elaborei uma atividade avaliativa para os alunos de forma individual e com consulta no material.

Aula 14

Na aula 14, apliquei a avaliação trimestral, que englobou os conteúdos de Termoquímica e Cinética (Apêndice A; Anexo B). A avaliação trimestral ocorreu cerca de um mês após a aula 13.

Antes da aplicação da avaliação trimestral, exercícios do livro didático foram selecionados para revisão do que havia sido trabalhado e um mapa conceitual foi apresentado aos alunos (Apêndice B).

² Vídeos: Mistura quente - <https://www.youtube.com/watch?v=rVWYhRvJp7E>; Entrando numa fria - <https://www.youtube.com/watch?v=IZ5nIEI-p4o>.

3.2 UNIDADE DIDÁTICA SOBRE CINÉTICA QUÍMICA

Ao mesmo tempo em que as explosões de dinamites são muito rápidas, a acumulação dos produtos da corrosão na proa do Titanic no leito do Oceano Atlântico é muito lenta (ATKINS; JONES, 2012). Estudos relacionados aos exemplos citados são a base da Cinética Química, que busca desenvolver, em sala de aula, o cálculo da velocidade da reação, a interpretação e construção de gráficos e a compreensão dos fatores que afetam a velocidade das reações. A unidade didática aplicada sobre este tópico englobou dez aulas.

Aulas 1 e 2

Propus aos alunos a elaboração de perguntas sobre Cinética Química. Pesquisamos, primeiramente, o significado da palavra “cinética” no dicionário e de “cinética química” no livro. A partir daí, eles poderiam escrever as perguntas em uma folha.

Posteriormente, fomos até o laboratório, onde os alunos fizeram experimentos a fim de determinar a velocidade de reações químicas e investigar os fatores que a influenciam. Eles foram divididos em grupos e foi disponibilizado a eles um roteiro de atividade experimental (Apêndice C), bem como os materiais necessários para a realização dos experimentos.

A utilização da experimentação no ensino de Cinética é bastante explorada nas pesquisas dos artigos publicados nos periódicos da área. Com relação às publicações analisadas no Capítulo 2, sete artigos apresentam experimentos.

Como limitações à realização de atividades experimentais, Costa *et al* (2005) apontam a falta de laboratórios bem como de espaço físico adequados e de recursos financeiros. Uma alternativa a estas dificuldades são os materiais alternativos e de baixo custo. A atividade proposta está de acordo com o exposto: o reagente principal utilizado são os comprimidos efervescentes.

A partir dos resultados dos experimentos, os alunos deveriam escrever um relatório e postá-lo no *síte* FISQUIM na tarefa “Experimentando Cinética Química” (Figura 8).

Figura 8 - Layout da tarefa “Experimentando Cinética Química” no site FISQUIM

mpeac::fisquim
APRENDENDO FÍSICA E QUÍMICA

Início Física Química Sair

Experimentando Cinética Química

Ver Editar Webform Resultados Rastrear

Enviado por janessa em seg, 11/11/2013 - 20:32

A Química do Comprimido efervescente

Considerando os experimentos feitos na aula do dia 11/11, elabore um relatório, descrevendo o que foi feito e responda as questões propostas ao longo da atividade.

Anexe o relatório dos experimentos. * Nenhum arquivo selecionado

janessa, tente identificar os fatores que interferiram na velocidade da reação do comprimido efervescente. Represente também esta reação!

química

2º ano

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Entretanto, ainda durante o período da aula, foi proposto aos alunos que eles elaborassem respostas para explicar os resultados dos experimentos.

“À medida que eles foram terminando (os grupos), perguntei o que eles perceberam, quais foram os resultados. Em geral, eles me responderam que na água quente foi mais rápido e o comprimido desmanchado também. Então, perguntei para eles como explicariam isso, que eles deveriam elaborar hipóteses para explicar isso... Entreguei uma folhinha que eles poderiam responder. Falei que eles poderiam pensar em razões considerando o que constituía o comprimido efervescente, as partículas, os aspectos microscópicos” (Diário da aula 1 - Cinética Química).

A atividade proposta possibilita associações entre os três níveis de conhecimento (MACHADO; MORTIMER, 2012): macroscópico, quando se observa os fenômenos; submicroscópico, quando se busca compreender o que ocorre em

termos de moléculas e átomos nos fenômenos observados; e representacional, ao representar uma reação através de uma equação química.

Aula 3

A experimentação também foi a base da terceira aula: demonstrei, através de experimentos, a influência do catalisador e a concentração de reagentes na velocidade das reações.

No primeiro experimento, apenas uma determinada quantidade de água oxigenada foi colocada em um béquer. Já no segundo, a uma determinada quantidade de água oxigenada foi adicionada uma colher de fermento biológico. No terceiro, um pedaço de batata foi colocado no reagente. E no quarto experimento, o fígado cru foi colocado em uma determinada quantidade de água oxigenada.

Durante a execução dos experimentos, foi solicitado que os alunos escrevessem qual reação estava acontecendo e o qual seria a função da batata, do fígado cru e do fermento biológico nos experimentos.

O quinto e o sexto experimento envolveram ácido clorídrico em duas concentrações diferentes e pedaços de papel alumínio na mesma dimensão. Baseados na proposta de Costa *et al* (2005; 2006), o objetivo dos últimos experimentos era estudar a influência da concentração dos reagentes na velocidade do processo.

Após a demonstração em sala de aula, através da atividade no *site* FISQUIM, denominada “E aí”, os alunos descreveram os experimentos.

Aula 4

Através da presente aula, foi proposta de forma expositiva e dialogada, o estudo do cálculo da velocidade da reação, a partir da reação de decomposição do peróxido de hidrogênio utilizando o fígado cru.

“Coloquei a fórmula do cálculo da velocidade no quadro e comecei a fazer com que eles se lembrassem dos dados. Lembrei da reação de decomposição do H_2O_2 ($H_2O_2 \rightarrow H_2O + \frac{1}{2} O_2$), que estávamos observando nas reações era a liberação

do gás oxigênio. Perguntei para eles qual foi o tempo da reação, quem havia anotado. (...) Considerei então, como alguns alunos haviam anotado, que o tempo era de dois minutos e três segundos (dois minutos).

Iniciei os cálculos considerando a quantidade de H_2O_2 utilizada - 50 mL e sua concentração (3% m/v).

Então...

3 g - 100 mL

x - 50 mL

x = 1,5 g de H_2O_2

(...) Então, deveríamos converter 1,5 g de H_2O_2 em mol, calculando quanto é este mol.

1 mol H_2O_2 - 34 g [(2 x 1) + (2 x 16)]

x - 1,5 g

x = 0,044 mol

Colocaria então, esta quantidade na fórmula da velocidade:

$V = |0 - 0,044| / 2 = 0,022 \text{ mol/min}$

Enfatizei que a velocidade sempre deveria ser um valor positivo". (Diário da aula 4 - Cinética Química).

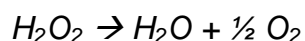
As relações descritas foram utilizadas por mim para introduzir a forma de calcular a velocidade de uma reação química, a partir dos dados de um experimento feito no laboratório.

Aula 5

Na quinta aula, continuei as explicações sobre o cálculo da velocidade de reação.

"Relembrei os cálculos que havíamos feito na aula anterior e o valor que pedi para que eles guardassem. Era 0,022 mol/ min - a velocidade de consumo, de decomposição da H_2O_2 . Falei para eles que o que era importante saber que a velocidade também é uma relação estequiométrica.

Então, se a reação poderia ser representada por:



1 mol - 1 mol - 0,5 mol

A velocidade de formação da água e do gás oxigênio poder ser deduzida a partir desta relação:

1 mol H_2O_2 - 1 mol H_2O

0,022 mol/ min - x

1 mol H_2O_2 - 0,5 mol O_2

0,022 mol/ min - x

Se a velocidade de decomposição de H_2O_2 é 0,22 mol/ min, a velocidade de formação de H_2O é 0,022 mol/ min e a de formação de O_2 é 0,011 mol/ min” (Diário da aula 5).

Esbocei a reação de decomposição do peróxido de hidrogênio através de um gráfico. No restante do tempo de aula, os alunos fizeram exercícios, que foram considerados na avaliação e que envolveram cálculos de velocidade da reação e a interpretação e construção de gráficos.

Aula 6

Retomei as explicações sobre os fatores que afetam a velocidade das reações, utilizando apresentação em *Power Point* em projetor multimídia.

Nas explicações, primeiramente, apresentei de forma sucinta a teoria das colisões: para ocorrer uma reação química entre duas substâncias, é necessário que elas sejam reativas (ocorra choque entre as moléculas das substâncias), que o choque ocorra com orientação favorável e que tenha energia suficiente para formar os produtos.

Em um segundo momento, a partir da abordagem submicroscópica, expliquei os fatores que influenciam na velocidade das reações químicas, como a temperatura, a superfície de contato, a concentração dos reagentes e a presença do catalisador.

Aula 7

Os alunos fizeram exercícios sobre os conceitos trabalhados na sexta aula. Situações do dia a dia foram inseridas nos exercícios propostos: questionou-se, por exemplo, por que algumas pessoas amassam o medicamento na forma de comprimido antes de ingeri-lo; por que as queimadas se alastram rapidamente quando está ventando; por que colocamos alimentos no refrigerador e por que lascas de madeira queimam mais rapidamente do que toras.

Aulas 8 e 9

Os períodos de aula foram destinados à correção dos exercícios das aulas 5 e 7. Além disso, construí, no quadro negro, um mapa conceitual a fim de revisar os conceitos para a avaliação (Apêndice D).

Aula 10

O período foi destinado à avaliação final do trimestre (Apêndice A; Anexo B) sobre os conceitos estudados, na forma de questões a serem resolvidas sem consulta.

3.3 UNIDADE DIDÁTICA SOBRE QUÍMICA ORGÂNICA

A unidade didática descrita foi constituída de vinte e duas aulas, na qual foram desenvolvidos tópicos como: compreensão de aspectos históricos da Química Orgânica, características do átomo do elemento químico carbono, formas de representação de compostos orgânicos, classificação de carbonos e cadeias carbônicas, caracterização e a classificação de hidrocarbonetos, e noções iniciais sobre a nomenclatura de compostos orgânicos.

Aulas 1 e 2

A primeira atividade proposta foi a dinâmica de integração - “Adivinhe quem é?”, elaborada com base na dinâmica de conhecimento mútuo publicada no *site* do Mundo Jovem (2014).

Na atividade, os alunos responderam algumas perguntas, como a data de nascimento, cor, comida, música, filme e livro favoritos, time de futebol, sonhos e objetivos. Recolhi as folhas com as respostas. Os alunos foram divididos em grupos. O desafio de cada grupo era adivinhar, a partir de algumas respostas dadas por mim, qual era o colega que havia respondido as mesmas. Ao final, venceu a dinâmica o grupo que mais adivinhou.

A segunda atividade teve como objetivo investigar a capacidade de expressão e argumentação dos alunos a partir de temas polêmicos, como: redes sociais, pesquisas com o uso de animais, copa do mundo no Brasil, drogas e lei seca.

Aos alunos foi disponibilizada uma folha em branco, sendo que eles deveriam escrever sua opinião sobre os temas expostos.

A atividade proposta está relacionada à necessidade do aluno saber “analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia (BRASIL, 2002, p. 90). Antunes (2013) complementa que é importante o aluno valorizar estratégias de argumentação e exercitar o diálogo.

Finalizando, foi deixado como tarefa aos alunos a realização de uma pesquisa sobre compostos orgânicos. Dessa forma, considerando que a Química, assim como a Matemática e a Música, são linguagens universais (CHASSOT, 1990), foi solicitado que os alunos procurassem quinze exemplos de compostos orgânicos, bem como as suas representações.

Aula 3 e 4

No início das aulas 3 e 4, solicitei aos alunos que haviam feito a pesquisa para que escrevessem os compostos orgânicos no quadro negro, como metano, etano, eteno, etino e benzeno (Figura 9).

“A partir das estruturas que os alunos colocaram, questionei-os: o que estes compostos orgânicos têm em comum?”

Os alunos não demoraram muito tempo para descobrir: o carbono! Todos os compostos orgânicos têm em suas estruturas/composição o elemento químico carbono” (Diário da aula 3 - Química Orgânica).

Com base nesse questionamento, expliquei aos alunos os seguintes tópicos: conceito de Química Orgânica; número de compostos orgânicos existentes; exceções relativas aos compostos orgânicos; características do elemento químico carbono; postulados de Kekulé; representação de compostos orgânicos.

Figura 9 - Exemplos de compostos pesquisados pelos alunos³



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Aulas 5 e 6

O objetivo das quintas e sextas aulas foram: associar compostos orgânicos ao dia a dia; identificar o número de ligações que os átomos dos elementos químicos

³ A estrutura do composto benzeno está representada incorretamente.

que compõem os compostos fazem; e escrever os compostos orgânicos, utilizando diferentes representações. Dessa forma, selecionei oito compostos para contextualizar a história da minha manhã.

“Na aula comecei contando a história da minha manhã de compostos orgânicos. Perguntei para eles o que eles faziam quando acordavam: uns responderam que “abriam os olhos”, tomavam café ou tomavam banho. Esse era o ponto que eu queria chegar! Falei para eles que quando tomávamos banho usando sabonete que é feito a partir do composto orgânico glicerina. Entreguei aos alunos o texto sobre o que é glicerina e coloquei no quadro a estrutura da glicerina (sem os hidrogênios, ou seja, os carbonos, nas estruturas, não estavam fazendo nas quatro ligações).

Continuei a minha história, perguntei: E depois de tomar banho, o que vocês fazem? E eles começaram a citar fatos” (Diário das aulas 5 e 6 - Química Orgânica).

A partir daí, os compostos linalol, cafeína, paracetamol, gás liquefeito de petróleo, dopamina, glicerina, gasolina e ácido fórmico foram inseridos na história contada e escritos no quadro negro. Entretanto, nas fórmulas estruturais escritas, o número de ligações dos átomos de carbono não estava completo, pois nem todos os hidrogênios estavam representados.

Os alunos tiveram, portanto, como tarefa completar as ligações dos átomos de carbono com hidrogênios.

Aulas 7 e 8

Nas sétimas e oitavas aulas, estudamos a representação dos compostos através da fórmula estrutural de linhas, a classificação de carbonos nas estruturas e a classificação das cadeias carbônicas. Como tarefa, selecionei exercícios do livro de Química para os alunos fazerem.

Aulas 9 e 10

Nestas aulas, corriji os exercícios do livro de Química, com a utilização de uma apresentação em *Power Point* e projetor multimídia.

Aulas 11 e 12

Nas aulas 11 e 12, os alunos fizeram uma atividade avaliativa, na forma de questões sobre representações de compostos orgânicos, classificação de carbonos e de cadeias carbônicas.

A primeira questão envolvia a determinação da fórmula molecular e a classificação de carbonos e cadeias carbônicas de compostos, como o ácido adípico, utilizado na fabricação do náilon, da serotonina, substância produzida no cérebro humano e que tem uma importante participação no sono-reposo, e do mirceno, substância que confere o gosto amargo à cerveja.

Na segunda questão, os alunos deveriam representar cadeias carbônicas a partir de indicações. Por exemplo, a primeira cadeia deveria ser aberta, ramificada, homogênea, insaturada e com cinco átomos de carbono. Já a segunda cadeia deveria ser fechada, heterogênea, saturada e com quatro átomos de carbono. A partir dessa questão, pude avaliar se os alunos compreenderam as classificações das cadeias carbônicas e também se consideram as características dos átomos dos elementos químicos com relação às ligações químicas.

Aulas 13 e 14

A primeira atividade consistiu na leitura e discussão de uma notícia sobre a gasolina. O texto publicado no portal de notícias G1, em maio de 2013, explica que o percentual de etanol na gasolina subirá de 20% para 25%. A modificação faz parte de uma série de benefícios para o setor que produz açúcar e álcool.

Após conversarmos sobre as implicações do uso de combustíveis, propus aos alunos uma atividade experimental: a determinação da quantidade de etanol na gasolina. De acordo com Santa Maria *et al* (2002), os materiais necessários para a determinação são: uma proveta graduada de 100 mL, 50 mL de gasolina e 50 mL de água com cloreto de sódio dissolvido e bastão de vidro. As quantidades de gasolina e água com cloreto de sódio foram colocadas na proveta, agitada com bastão de

vidro e deixada em repouso. A partir da medição do volume de gasolina, o cálculo do percentual de álcool etílico na gasolina pode ser feito.

No segundo momento, os alunos foram questionados sobre “*o que a gasolina tem a ver com que estamos estudando este ano? (...) A gasolina é um hidrocarboneto - os alunos responderam rapidamente*” (Diário das aulas 13 e 14 - Química Orgânica). A partir daí, foi introduzido o estudo do petróleo, também conhecido como óleo de pedra, que é uma complexa mistura de hidrocarbonetos (SANTA MARIA *et al*, 2002).

Para o estudo, foi utilizado o vídeo “Aí tem química, combustíveis não renováveis, petróleo”, disponível no site *YouTube* (<https://www.youtube.com/watch?v=nBfzBLYEQCM>). Antes de assisti-lo, foram apresentadas questões que os alunos deveriam responder com ajuda das informações que seriam apresentadas no vídeo:

1. Quais produtos que utilizamos que são derivados do petróleo?
2. O que é combustível?
3. O que é petróleo?
4. Como o petróleo é criado?
5. Onde podemos encontrar o petróleo?
6. Quais são as grandes reservas de petróleo?
7. Qual é a diferença entre combustíveis renováveis e não renováveis?

As respostas das perguntas foram discutidas com eles posteriormente à aplicação do vídeo.

Aulas 15 e 16

A partir do conceito de hidrocarboneto (compostos formados apenas por carbono e hidrogênio), foram apresentados os tipos de hidrocarbonetos (Quadro 2), visto que a classificação está baseada nos tipos de ligações entre os carbonos e no tipo de cadeia.

Os diferentes tipos de hidrocarbonetos se distinguem pelo tipo de ligação existente entre os átomos de carbono, isto é, se todas as ligações são simples ou se algumas delas são múltiplas. Os tipos de ligações



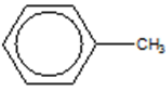
determinam os tipos de reações dos hidrocarbonetos (ATKINS; JONES, 2012, p. 735).

Os alunos fizeram exercícios sobre os tipos de hidrocarbonetos, que foram corrigidos em sala de aula.

Noções básicas de nomenclatura foram trabalhadas com os alunos através de um vídeo “Aí tem Química, Química Orgânica, nomenclatura”: disponível no site YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=AYjU9KMaLv0>), e questões norteadoras:

1. Do que é constituído os nomes dos compostos orgânicos?
2. Qual é a função do IUPAC?
3. Para que serve o prefixo, o infixo e o sufixo?

Quadro 2 - Tipos de hidrocarbonetos

Algumas subdivisões importantes dos HIDROCARBONETOS			
SUBGRUPO	CARACTERÍSTICA	EXEMPLO	FÓRMULA GERAL
Alcanos ou parafinas	Cadeia aberta Ligações simples	$\text{H}_2\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}_2}{\underset{\text{H}_2}{\text{C}}}-\text{CH}_3$	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$
Alcenos, alquenos ou oleofinas	Cadeia aberta 1 ligação dupla	$\text{H}_2\text{C}=\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}_2}{\underset{\text{H}_2}{\text{C}}}-\text{CH}_3$	C_nH_{2n}
Alcinos ou alquinos	Cadeia aberta 1 ligação tripla	$\text{HC}\equiv\text{C}-\overset{\text{H}_2}{\underset{\text{H}_2}{\text{C}}}-\text{CH}_3$	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$
Alcadienos ou dienos	Cadeia aberta Duas ligações duplas	$\text{H}_2\text{C}=\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}=\text{CH}_2$	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$
Ciclanos	Cadeia fechada Ligações simples		C_nH_{2n}
Ciclenos	Cadeia fechada 1 ligação dupla		$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$
Aromáticos	Contêm anel benzênico		-

Fonte: (COSTA; ALMEIDA, 2011).

Expliquei para os alunos a próxima tarefa que deveria ser feita em casa com ajuda da internet: um trabalho de pesquisa sobre compostos orgânicos. Eles poderiam escolher um tema de interesse, fazendo uma introdução sobre o mesmo. A partir dessa escolha, deveriam pesquisar como o tema pode estar relacionado à Química Orgânica, citando alguns compostos e escrevendo suas fórmulas estruturais. Estes compostos, por sua vez, deveriam ser classificados com relação aos átomos de carbono e cadeias carbônicas.

Aulas 17 e 18

Nas aulas 17 e 18, expliquei aos alunos as regras básicas de nomenclatura de hidrocarbonetos, utilizando exemplos de compostos com ligações simples, ligações múltiplas e ramificações. Como tarefa, selecionei exercícios do livro de Química.

Aulas 19 e 20

As aulas 19 e 20 foram destinadas à correção dos exercícios deixados nas aulas anteriores, utilizando projetor multimídia e apresentação em *Power Point*. Os alunos também responderam um teste sobre nomenclatura de hidrocarbonetos.

Aulas 21 e 22

Os períodos das aulas 21 e 22 foram destinados à avaliação trimestral (Apêndice E; Anexo C), feita individualmente e sem consulta.

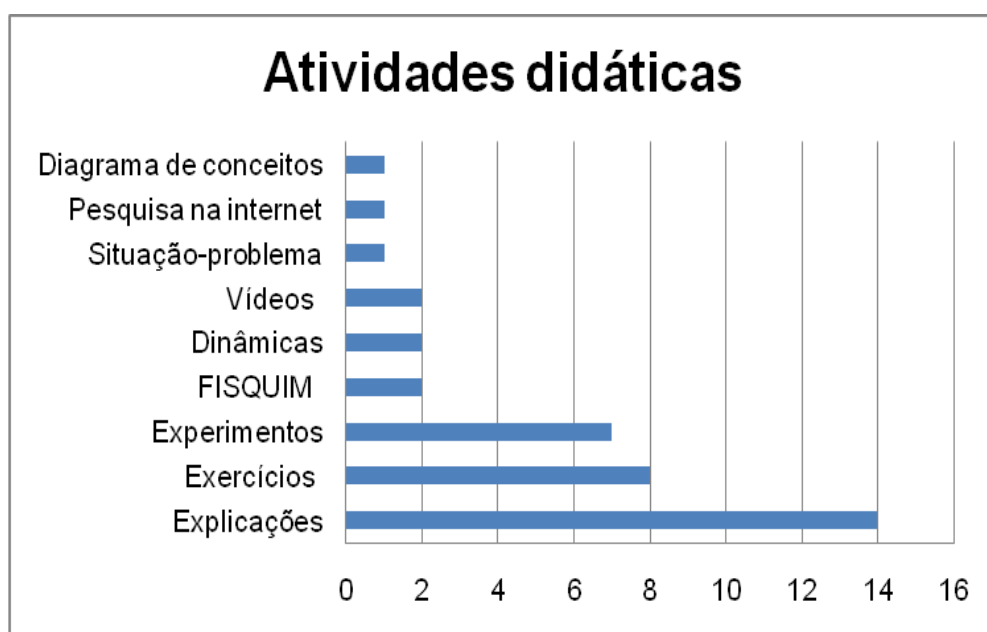
As três unidades didáticas analisadas englobaram quarenta e seis aulas. Além destas, em seis aulas da disciplina de Química ao longo do período de implementação das unidades, os alunos participaram de atividades da escola, como: olimpíadas esportivas e provas na forma de simulados para o ENEM.

As atividades vivenciadas durante as unidades e que são os elementos básicos do processo de ensino e aprendizagem englobaram: atividades experimentais, atividades de pesquisa na internet, aulas expositivas e dialogadas, uso de vídeos, realização e correção de exercícios, construção de diagramas de

conceitos, atividades de integração da turma, tarefas à distância, com o uso do *site* FISQUIM. Além destas atividades, dez aulas das unidades didáticas foram destinadas à aplicação de avaliações.

O Gráfico 9 mostra a quantidade de cada tipo de atividade.

Gráfico 9 - Atividades desenvolvidas durante as unidades didáticas



Fonte: Elaborado pela autora.

A resolução de exercícios e as aulas expositivas e dialogadas foram os tipos de atividade mais presentes nas unidades. Em algumas aulas, estas atividades buscaram a contextualização dos conhecimentos químicos, como, por exemplo, nas aulas 5 e 6 da unidade de Química Orgânica, nas quais contei a história da minha manhã com base nos compostos orgânicos que utilizamos e na aula 7 da unidade de Cinética, pois os exercícios trabalhados envolviam a identificação de fatores que afetam a velocidade das reações a partir de situações do dia a dia.

A experimentação, por sua vez, foi o foco de sete aulas. Atividades experimentais, como as desenvolvidas durante o ensino de Cinética Química, são aquelas que proporcionam aos alunos mais possibilidades de construção de conhecimentos. Eles podem interagir com o experimento proposto, fazer registros, tirar conclusões, e no final do processo, elaborar explicações para os resultados

obtidos. Dessa forma, tenho possibilidades de conhecer melhor as ideias dos alunos e a partir daí, tentar integrar, modificar, relacionar e coordenar seus esquemas de conhecimento. Exemplos vivenciados pelos alunos podem ser utilizados durante as explicações, como foi feito no estudo do cálculo da velocidade da reação a partir dos dados obtidos da decomposição da água oxigenada.

O uso de tecnologias de informação e comunicação envolveu cinco atividades: pesquisa na internet, vídeos em sala de aula e as atividades a distância do *site* FISQUIM. Atividades de pesquisa ou o uso de vídeos com questões norteadoras exigem do aluno a busca da informação. O *site* FISQUIM, no entanto, foi utilizado para postagem de relatórios e tarefas de interpretação de reações químicas. O *site*, por sua vez, também poderia ter sido utilizado em atividades que possibilitassem contextualização dos conteúdos trabalhos.

Dessa forma, as atividades que fazem com que os alunos tenham participação mais ativa são as mais significativas para o processo de ensino e aprendizagem.

4 CONTEÚDOS CONCEITUAIS, PROCEDIMENTAIS E ATITUDINAIS: ANALISANDO A PRÁTICA EDUCATIVA

O presente capítulo apresenta os resultados da reflexão sobre a reflexão-nação (SCHÖN, 2000), que consistem na identificação, caracterização e avaliação de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais desenvolvidos a partir das atividades das unidades didáticas.

Utilizando os materiais de pesquisa, os conteúdos foram analisados com o objetivo de apontar as possibilidades de aprendizagem por parte dos alunos e os aspectos que poderiam ser revistos na elaboração das unidades, avaliando, portanto, a prática educativa.

4.1 OS CONTEÚDOS NAS UNIDADES DIDÁTICAS

Tendo como base as pesquisas de Coll *et al* (1998), Zabala (1998) e Pozo e Gómes Crespo (2009), que explicam o que são conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, foram analisados o planejamento e o diário de aula da professora/pesquisadora. Utilizando estes materiais de pesquisa, pode-se identificar e caracterizar os conteúdos.

O Quadro 3 mostra a listagem dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, bem como os objetivos didáticos das atividades, que constituíram as aulas da unidade didática sobre Termoquímica.

Quadro 3 - Conteúdos na unidade didática de Termoquímica

(continua)

Unidade didática – Termoquímica					
Aula	Atividades	Objetivo didático	Conteúdos conceituais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais
1 e 2	Problema inicial	Abordar uma situação do dia a dia para introduzir o estudo de Termoquímica.	-	Elaborar hipóteses.	Iniciativa Participação
	Pesquisa na internet	Buscar a definição de conceitos.	Energia, calor, temperatura, calor específico,	Utilizar ferramentas de busca na <i>web</i> .	Iniciativa Participação

(continuação)

			calor de reação, entalpia, fenômenos endotérmicos e exotérmicos.		
3	Montagem de diagrama de conceitos	Compreender a relação entre os conceitos.	Energia, calor, temperatura, calor específico, calor de reação, entalpia, fenômenos endotérmicos e exotérmicos.	Confeccionar um diagrama de conceitos.	Participação Respeito
4	Experimentos	Diferenciar processos.	Fenômenos endotérmicos e exotérmicos.	Observar e analisar os fenômenos.	Participar e contribuir com o grupo
5	Revisão do problema inicial	Utilizar conceitos de Termoquímica para justificar a situação proposta como um fenômeno endotérmico.	Fenômeno endotérmico.	Elaborar uma justificativa.	Participação
5, 6 e 7	Estudo de conceitos, representações e exemplos	Interpretar equações termoquímicas. Compreender lei de Hess e cálculos de entalpia.	Princípio da conservação da energia.	Representar diagramas.	Respeito Participação
8 e 9	Resolução de exercícios	Retomar os conteúdos trabalhados nas aulas 5, 6 e 7.	Princípio da conservação da energia.	Utilizar as diferentes formas de determinação da variação de entalpia.	Respeito Interesse Responsabilidade Participação
10	Construção e apresentação do calorímetro	Construir um calorímetro.	-	Utilizar ferramentas da <i>web</i> para pesquisa.	Responsabilidade Participar e contribuir com o grupo
10 e 11	Atividade experimental em grupo	Determinar a o calor liberado na reação de decomposição do peróxido de hidrogênio.	Calor de reação, calor específico, temperatura.	Executar o experimento conforme roteiro. Coletar os dados. Analisar os dados. Elaborar um relatório.	Responsabilidade Iniciativa Participar e contribuir com o grupo
12	Resolução de exercícios	Retomar os conteúdos trabalhados nas aulas.	-	-	Participação

(conclusão)

Distância	Tarefa com vídeos - <i>site FISQUIM</i>	Caracterizar as reações dos vídeos.	Fenômenos endotérmicos e exotérmicos.	Elaborar um texto.	Participação Responsabilidade
13	Atividade avaliativa	Apontar indícios de aprendizagem dos conteúdos.	-		
14	Avaliação trimestral		-		

Fonte: Elaborado pela autora.

No Quadro 4, são descritos os conteúdos relacionados à unidade didática sobre Cinética Química, bem como os objetivos didáticos de cada atividade.

Quadro 4 - Conteúdos na unidade didática de Cinética Química

(continua)

Unidade didática - Cinética Química					
Aula	Atividades	Objetivo didático	Conteúdos conceituais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais
1 e 2	Elaboração de perguntas	Elaborar perguntas sobre Cinética Química	-	Elaborar perguntas	Participação
	Atividade experimental em grupo	Calcular a velocidade de decomposição da reação do comprimido efervescente. Identificar e compreender os fatores que afetam a velocidade das reações.	Velocidade da reação, fatores que afetam a velocidade das reações - superfície de contato, temperatura.	Executar o experimento conforme roteiro. Coletar os dados. Analisar os dados. Elaborar explicações. Esboçar uma forma de calcular a velocidade da reação. Utilizar ferramentas da <i>web</i> para pesquisa. Elaborar um relatório. Postar o relatório na atividade "Experimentando Química" no site FISQUIM.	Autonomia Responsabilidade Participar e contribuir com o grupo
3	Experimentos demonstrativos	Caracterizar as reações com peróxido de hidrogênio como reações de decomposição que ocorrem em diferentes velocidades.	Fatores que influenciam a velocidade das reações - concentração e catalisador.	Observar as reações. Realizar e registrar medidas de tempo das reações.	Participação Respeito

(conclusão)

	Atividade “E aí?” do site FISQUIM	Descrever os experimentos. Compreender a influência dos fatores (concentração e catalisador) na velocidade.	Fatores que afetam a velocidade das reações - concentração e catalisador.	Elaborar um texto. Utilizar ferramentas da <i>web</i> .	Responsabilidade Participação Iniciativa
4 e 5	Estudo do cálculo da velocidade de reação	Realizar o cálculo da velocidade a partir dos dados experimentais obtidos na aula anterior.	Velocidade da reação.	Construir gráficos.	Participação Respeito
	Resolução de exercícios avaliativos	Calcular a velocidade da reação. Interpretar reações através de gráficos.	Velocidade da reação.	Interpretar gráficos.	Participação
6	Estudo dos fatores que afetam a velocidade das reações	Compreender os fatores que influenciam a velocidade através de modelos microscópicos.	Fatores que afetam a velocidade das reações - temperatura, superfície de contato, concentração e catalisador.	-	Respeito Participação
7	Resolução dos exercícios avaliativos	Resolver situações-problema associando-as aos fatores que afetam a velocidade das reações.	Fatores que afetam a velocidade das reações - temperatura, superfície de contato, concentração e catalisador.	Interpretar gráficos.	Participação
8 e 9	Correção dos exercícios avaliativos	Retomar os exercícios trabalhados nas aulas 5 e 7.	-	-	Participação Respeito
	Revisão de conceitos	Revisar os conteúdos abordados nas aulas da unidade.	-	-	Participação Respeito
10	Avaliação trimestral	Apontar indícios de aprendizagem dos conteúdos.	-		

Fonte: Elaborado pela autora.

Os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, bem como os objetivos didáticos das atividades desenvolvidas na unidade didática de Química Orgânica são listados no Quadro 5.

Quadro 5 - Conteúdos na unidade didática de Química Orgânica

(continua)

Unidade didática - Química Orgânica					
Aula	Atividades	Objetivo didático	Conteúdos conceituais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais
1 e 2	Atividade com temas polêmicos	Analisar temas como lei seca, drogas, Copa do Mundo no Brasil, pesquisa com animais, redes sociais. Explicar sua opinião sobre os temas citados	-	Construir um texto. Argumentar sobre os temas.	Participação
	Tarefa - Pesquisa de compostos	Buscar exemplos de compostos orgânicos.	Representação de compostos orgânicos.	Pesquisar compostos orgânicos. Utilizar ferramentas de pesquisa na <i>web</i> .	Responsabilidade Participação Iniciativa
3 e 4	Estudo de conceitos, história, exemplos e representações	Compreender aspectos históricos da Química orgânica, características do átomo de carbono. Compreender formas de representação de compostos orgânicos.	História da Química Orgânica. Características dos compostos orgânicos. Representação de compostos orgânicos.	Representar compostos utilizando a fórmula estrutural de Kekulé e a simplificada.	Participação Respeito
5 e 6	Identificação de compostos orgânicos na manhã	Identificar compostos orgânicos que fazem parte do dia a dia.	Características dos compostos orgânicos		Participação Respeito
	Estudo de ligações químicas dos compostos orgânicos	Analisar os compostos orgânicos. Indicar o número de ligações que fazem os átomos de diferentes elementos químicos.	Características dos compostos orgânicos.		Participação

(continuação)

7 e 8	Estudo de representações e classificações	Compreender formas de representação de compostos orgânicos. Classificar carbonos dos compostos. Classificar as cadeias carbônicas.	Classificação de carbonos e cadeias carbônicas.	Representar compostos utilizando a fórmula de linhas.	Participação Respeito
9 e 10	Resolução de exercícios	Retomar os conteúdos das aulas anteriores.			Respeito Responsabilidade Participação
11 e 12	Atividade avaliativa	Apontar indícios de aprendizagem dos conteúdos.		-	
13 e 14	Uso de nota jornalística sobre gasolina	Extrair a ideia central da notícia	Constituição da gasolina	Ler o texto. Discutir as implicações relacionadas à utilização de combustíveis.	Respeito Participação
	Atividade experimental em grupo	Determinar o percentual de álcool etílico na gasolina.	-	Executar o experimento conforme roteiro. Coletar os dados. Analisar os dados.	Respeito Participar e contribuir com o grupo Responsabilidade
	Atividade com vídeo e questões	Compreender o conceito, os derivados, as formas de extração e as principais reservas de petróleo. Diferenciar combustíveis renováveis e não renováveis.	Combustíveis. Petróleo e derivados.	Interpretar o vídeo a partir de questões norteadoras.	Respeito Participação
15 e 16	Estudo dos tipos de hidrocarbonetos	Caracterizar hidrocarbonetos Identificar os tipos de hidrocarbonetos Classificar hidrocarbonetos utilizando suas fórmulas moleculares	Hidrocarboneto	-	Respeito Participação
	Resolução de exercícios	Retomar os conteúdos trabalhados na atividade	Hidrocarboneto	Utilizar as diferentes representações de compostos.	Respeito Participação

(conclusão)

		anterior.		Aplicar as fórmulas gerais dos tipos de hidrocarbonetos	
	Estudo da nomenclatura de compostos	Compreender a estrutura dos nomes de compostos orgânicos. Identificar a cadeia principal de um composto. Compreender os significados de sufixo, infixo e prefixo.	Hidrocarboneto	Assistir o vídeo. Interpretar o vídeo a partir de questões norteadoras. Nomear compostos orgânicos.	Respeito Participação
Distância	Atividade avaliativa	Associar temas do cotidiano com compostos orgânicos.	Características dos compostos orgânicos. Classificação de carbonos e cadeias carbônicas.	Selecionar um tema do dia a dia. Pesquisar compostos orgânicos relacionados ao tema. Representar compostos. Elaborar um relatório da pesquisa.	Responsabilidade
17 e 18	Estudo da nomenclatura de compostos orgânicos	Nomear os compostos a partir das regras da IUPAC	Hidrocarboneto	Representar compostos. Nomear compostos orgânicos.	Respeito Participação
19 e 20	Resolução de exercícios	Aplicar os conteúdos trabalhados nas aulas anteriores na resolução de exercícios.			Respeito Participação Responsabilidade
21 e 22	Avaliação trimestral	Apontar indícios de aprendizagens de conceitos.			

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao analisar os quadros - os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais desenvolvidos nas unidades, podem-se apontar aspectos/tendências ao longo das unidades, de acordo com o tipo de aula escolhida.

Dessa forma, nas atividades que buscam a problematização do conhecimento, como o problema inicial apresentado aos alunos na aula 1 da

unidade didática sobre Termoquímica, os conteúdos de maior ênfase são os conteúdos procedimentais e atitudinais. Nas atividades que envolvem internet, como as pesquisas e as tarefas do *site* FISQUIM, os conteúdos trabalhados prioritariamente são os conceituais e os procedimentais. Os últimos estão relacionados ao uso das ferramentas tecnológicas, pois é necessário que o aluno saiba utilizar o computador ou celular, bem como acessar as ferramentas de pesquisa na internet.

Com relação aos experimentos, os objetivos se concentram no desenvolvimento de conteúdos conceituais e procedimentais. A experimentação como recurso didático para as aulas exige que o aluno consiga executar o experimento, observar os fenômenos que ocorrem além de analisá-los e interpretá-los.

Quando o professor explica, faz exercícios e os corrige, a ênfase é dada aos conteúdos conceituais. Através destas atividades, o aluno precisa compreender os conceitos.

A partir da identificação e caracterização dos conteúdos, é preciso buscar uma forma de análise destes, que se pode denominar de avaliação, abordada na próxima seção.

4.2 A AVALIAÇÃO DOS CONTEÚDOS

Apreciação, cômputo, estimação, seleção, classificação, processo, busca, acompanhamento, replanejamento e reflexão são conceitos relacionados à definição de avaliação.

Professores, administrações, pais e alunos podem entender a avaliação como “o instrumento ou processo para avaliar o grau de alcance, de cada menino e menina, em relação a determinados objetivos previstos em diversos níveis escolares” (ZABALA, 1998, p. 195). Entretanto, os documentos que orientam o ensino no país tentam superar esta concepção da avaliação, como instrumento sancionador e qualificador, no qual o foco principal são os resultados obtidos pelo aluno.

Portanto, é necessário destacar alguns questionamentos recorrentes nas pesquisas da área e que dão subsídios para a compreensão da presente pesquisa:

- Por que avaliar?
- Quem avaliar?
- O que avaliar?
- Como avaliar?

A avaliação é intrínseca ao processo de ensinar e aprender (RAMOS; MORAES, 2011) seja formal ou informalmente (FREITAS *et al*, 2014).

Ramos e Moraes (2011) definem avaliação como:

[...] realização de ações, pelo professor e pelos alunos, com vistas ao acompanhamento ativo da evolução de aprendizagens relevantes e significativas, que contribuam para o desenvolvimento da competência necessária aos integrantes da sala de aula para a vida em sociedade (p. 313).

Uma das finalidades da educação é compreender a evolução: “O objetivo central do processo de avaliação é aferir o aprimoramento das habilidades e competências dos alunos face aos desafios propostos pelo professor” (ANTUNES, 2013, p. 39).

Relacionado à melhoria da qualidade do ensino, outro viés da avaliação é a análise da intervenção pedagógica, buscando a reflexão e o replanejamento de ações.

A avaliação continuada do processo de ensinar e aprender tem por objetivo contribuir para a busca de caminhos mais adequados para o alcance das intenções, tanto do professor quanto dos alunos. Assim, a qualificação das avaliações em Química se insere na qualificação do próprio processo educativo como um todo (RAMOS; MORAES, 2011, p. 319).

Avaliar, refletir e replanejar, portanto, são ações que levam ao aperfeiçoamento da prática, um meio para que todos os alunos consigam o maior grau de competências, de acordo com as suas possibilidades (ZABALA, 1998).

O mesmo autor também afirma que é preciso “levar em consideração os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que promovam as capacidades motoras, de equilíbrio e de autonomia pessoal, de relação interpessoal e de inserção social” (p. 197).

As possibilidades de avaliação também variam conforme o contexto da pesquisa, de acordo com as orientações da escola e os objetivos dos estudantes.

Além disso, as teorias do professor sobre como ensinar e aprender são determinantes para a avaliação (RAMOS; MORAES, 2011). “O conhecimento de como os meninos e meninas aprendem é, em primeiro lugar, um meio para ajudá-los em seu crescimento e, em segundo lugar, é o instrumento que tem que nos permitir melhorar nossa atuação na sala” (ZABALA, 1998, p. 201).

Finalizando, Ramos e Moraes (2011) apresentam elementos pelos quais pode ser feita a avaliação:

Registros de observações, textos produzidos pelos alunos, relatos escritos e orais, resumos, relatórios de investigações, respostas a testes escritos, produtos de construções de materiais concretos, registros de habilidades e atitudes manifestadas em aulas práticas, entre muitos outros, são possíveis formas de explicitação de aprendizagens ou dificuldades de aprender (RAMOS; MORAES, 2011, p. 323, 324).

Nas próximas seções, são apresentadas considerações sobre a avaliação de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, bem como a discussão dos resultados obtidos em sala de aula a partir da implementação das unidades didáticas.

A análise leva em conta o contexto da pesquisa e tem como objetivo avaliar a prática educativa, ao utilizar como referenciais as pesquisas da área e indicar possibilidades para replanejar a ação docente.

4.2.1 Conteúdos conceituais

Diversas técnicas podem ser utilizadas na avaliação de dados, conceitos e princípios, que constituem os conteúdos conceituais.

Dentre estas, Coll *et al* (1998) cita a repetição ou o reconhecimento da definição, que não proporcionam uma medida adequada da compreensão dos alunos. Os resultados deste tipo de atividade nos dizem “que quem as faz é capaz de lembrar com precisão a definição, mas não nos permite averiguar se foi capaz de integrar este conhecimento em suas estruturas interpretativas” (ZABALA, 1998, p. 204).

Outras técnicas envolvem: a exposição temática, quando os alunos organizam uma composição ou exposição sobre determinado conteúdo; a identificação e categorização de exemplos, na qual o aluno precisa identificar

exemplos ou situações relacionadas a um conceito; e a solução de problemas, quando o aluno resolve uma situação que exige a ativação de um conceito aprendido (COLL *et al*, 1998).

A última técnica mencionada é a mais completa no potencial de avaliar as possibilidades de aprendizagens. Além disso, a observação do uso de cada um dos conceitos em diferentes situações bem como as aplicações espontâneas dos alunos podem se constituir formas de avaliação.

Se o que queremos da aprendizagem de conceitos é que os alunos sejam capazes de utilizá-los em qualquer momento ou situação que o requeira, teremos que propor exercícios que não consistam tanto numa explicação do que entendemos sobre os conceitos, como na resolução de conflitos ou problemas a partir do uso dos conceitos (ZABALA, 1998, p. 205).

Ao utilizar provas escritas, o professor deve elaborar exercícios que obriguem os alunos a usar o conceito, propondo situações novas que façam com que os alunos generalizem seus conhecimentos.

A atividade avaliativa que é utilizada como base para a avaliação dos conteúdos conceituais foi a prova escrita sem consulta. Outras atividades, como tarefas do *site* FISQUIM, também são analisadas.

Foram selecionados conteúdos considerados relevantes para a professora/pesquisadora e passíveis de análise, através da análise de conteúdo (BARDIN, 1977). Além disso, os resultados das atividades são analisados a partir das pesquisas da área.

Fenômenos endotérmicos e exotérmicos:

Para avaliar as possibilidades dos alunos compreenderem fenômenos endotérmicos e exotérmicos, foram analisadas as respostas dos alunos para as seguintes atividades:

- A revisão do problema inicial “Por que, ao sairmos de uma piscina em um dia de vento, sentimos frio?” na aula 5 da unidade.
- A atividade “Aprendendo Termoquímica”, feita como atividade a distância no *site* FISQUIM;
- A avaliação trimestral, realizada na aula 14 da unidade.

A partir da revisão do problema inicial, pode-se compreender como os alunos utilizam os conceitos de Termoquímica para justificar a situação proposta como um fenômeno endotérmico.

A atividade foi feita por dez alunos: quatro identificaram a situação apresentada pelo problema como um fenômeno endotérmico, dois como um fenômeno exotérmico e quatro não fizeram essa associação.

Através da análise das justificativas apresentadas pelos alunos, elaboraram-se as categorias descritas na Tabela 3.

Tabela 3 - Categorização das justificativas dos alunos para a revisão do problema inicial

Categorias	Número de respostas
1. Absorção de calor	4
2. Relações sistema/ ambiente	4
3. Mudança de estado físico	1
4. Quente/ frio	1

Fonte: Elaborada pela autora.

Na primeira categoria, foram agrupadas as respostas dos alunos que utilizaram a absorção do calor como justificativa da sensação de frio ao sair da piscina.

A justificativa do aluno 6 é "*Pois absorve o calor do corpo*". A resposta está incompleta, pois não explica o que absorve calor. Já o aluno 3 apresenta mais informações na sua justificativa: "*Porque a água absorve o calor do corpo*", mas não descreve as consequências desse fato. O aluno 9 justifica incorretamente que "*o corpo absorve o calor*".

No caso da resposta do aluno 2 - "*Meu corpo irá absorver calor secando minha pele, sem a "proteção" (água) sentiremos o vento do ambiente que perdeu calor*", não é o corpo que irá absorver o calor e a água não tem a função de proteção.

As relações entre sistema e ambiente guiam as respostas classificadas na categoria 2. Além disso, os alunos 1, 7 e 8 explicam que o processo é endotérmico:

“o ambiente absorve o calor do corpo e por isso passamos frio” (Aluno 8), “o ambiente (corpo) perde calor que é absorvido pelo sistema (H_2O)” (Aluno 7) e “o sistema absorve calor” (Aluno 1).

Com relação à justificativa do aluno 8, não é o ambiente que absorve calor do corpo, mas o sistema. Também podemos inferir que o aluno utiliza o termo “ambiente” relacionando-o ao “meio ambiente”, o que indica dificuldades de compreensão. O aluno 7, por sua vez, explica corretamente o processo, identificando o ambiente e o sistema. A justificativa apresentada pelo aluno 1 é incompleta, pois deixa as seguintes perguntas em aberto: O que é considerado sistema? De onde o calor é absorvido?

Classificada ainda na mesma categoria, o aluno 4 justifica que a sensação de frio acontece “por causa do sistema exotérmico que perde calor para o ambiente”, de forma incoerente, pois o sistema absorve calor do ambiente, além de o fenômeno ser considerado endotérmico.

Uma das respostas menciona a mudança de estado físico da substância água que está sob nosso corpo: “Porque a água evapora na pele, ocorrendo um processo endotérmico (liberação de calor)” (Aluno 11). Entretanto, o aluno associou o processo endotérmico à liberação de calor.

Um dos alunos também utilizou como justificativa a relação entre as sensações, de forma errônea. “Porque o corpo está quente e o vento frio” (Aluno 5).

Apenas uma das respostas menciona o processo que ocorre - a evaporação da água. Portanto, pode-se inferir que os alunos têm dificuldade em compreender o processo que ocorre na situação apresentada e associá-lo aos conceitos estudados em Termoquímica.

Com relação à atividade do site FISQUIM, oito dos onze alunos a realizaram. Sete deles relacionaram corretamente as reações demonstradas nos vídeos aos processos: a reação do primeiro vídeo - um fenômeno endotérmico; a reação do segundo vídeo - um fenômeno exotérmico. A partir das justificativas apresentadas para os alunos, foram elaboradas as categorias da Tabela 4, semelhantes às descritas na tabela anterior.

Tabela 4 - Categorização das justificativas dos alunos para a atividade do site FISQUIM

Categorias	Número de respostas
1. Liberação/ absorção de calor	3
2. Descrição de reagentes, produtos e reações	2
3. Relações sistema/ ambiente	2
4. Quente/ frio	1

Fonte: Elaborada pela autora.

Com relação à primeira categoria, os alunos 2, 5 e 9 justificaram que a primeira reação é endotérmica pois o calor é absorvido, e que a segunda reação é exotérmica pois o calor é liberado. As respostas são incompletas, pois não explicam as seguintes questões: De onde o calor é absorvido? De onde o calor é liberado?

Relacionado à segunda categoria, os alunos 6 e 8 explicam quais são os reagentes que estão envolvidos em cada processo, quais reações e fenômenos ocorrem, descrevendo os processos de forma mais completa:

“No primeiro vídeo, em que é realizada uma reação entre nitrato de amônio e hidróxido de bário, trata-se de um processo endotérmico, em que a absorção de calor feita pelo sistema levou a água a temperaturas mínimas, congelando-a e permitindo a fixação do pedaço de madeira ao béquer. No segundo vídeo, trata-se de um processo exotérmico. Quando o permanganato de potássio entrou em contato com a glicerina, ocorreu uma grande liberação de calor, que permitiu uma reação de combustão” (Aluno 6).

“1 - É uma reação endotérmica; Foi misturado em um erlenmeyer o hidróxido de bário e um dos sais de amônio (nitrato ou cloreto). Após agitar a mistura com um bastão de vidro foi aguardado alguns minutos. Podemos observar que o sistema precisou absorver energia para que a reação ocorresse, o que causou o congelamento da água. 2 - É uma reação exotérmica; A glicerina em contato com o permanganato de potássio entra em combustão, liberando muito calor. Este calor

liberado vai acelerando a reação, produzindo uma chama cada vez mais forte” (Aluno 8).

A linguagem química utilizada nas justificativas indica que os alunos não utilizaram palavras próprias, ou seja, eles podem ter se baseado em pesquisas na internet para fazer a tarefa.

A justificativa do aluno 1, classificada na terceira categoria, utiliza os esquemas trabalhados na quarta aula da unidade didática: *“no primeiro vídeo podemos observar que o processo é endotérmico, pois o sistema ganha calor e o ambiente resfria. No segundo vídeo podemos observar que o sistema é exotérmico, o sistema perde calor e o ambiente é aquecido”*.

O aluno 4 também utiliza os esquemas estudados: classifica a reação do primeiro vídeo como exotérmica, pois *“o sistema (água no fundo) perde calor para o ambiente que o ganha”*, e a reação do segundo vídeo como endotérmica, onde o ambiente ganha calor e o sistema perde. O aluno classifica incorretamente as reações, e na primeira justificativa, a *“água no fundo”* pode ser entendida como ambiente, que perde energia, pois o sistema absorve calor do ambiente. O aluno 4 identificou o segundo vídeo como um processo de combustão, de forma correta.

O aluno 3 explica que na primeira reação *“as substâncias ficam frias”*, e na segunda reação, *“as substâncias ficam quentes”*; logo, relacionada à quarta categoria.

As justificativas dos alunos, tanto na revisão do problema inicial como na atividade do *site* FISQUIM, podem ser associadas às zonas de perfil conceitual descritas por Amaral e Mortimer (2001).

De acordo com Mortimer (2011), *“a maioria dos conceitos científicos faz parte dum perfil conceitual”* (p. 181), pois as pessoas apresentam diferentes formas de ver e conceitualizar o mundo.

Dessa forma, o perfil conceitual está relacionado aos diferentes modos de pensar e dar significado a um determinado conceito, como calor, matéria, vida, adaptação, e é formado por zonas (MORTIMER, 2011).

Cada zona do perfil corresponde a uma forma de pensar e falar sobre a realidade, que convive com outras formas diferentes num mesmo indivíduo (AMARAL; MORTIMER, 2001).

A análise das justificativas dos alunos nas atividades de revisão do problema inicial e no *site* FISQUIM permite associá-las a algumas zonas de perfil conceitual de calor. Por sua vez, as zonas relacionadas ao perfil conceitual de calor são: realista, animista, substancialista, empírica e racionalista.

Na zona realista, a ideia de calor é vinculada “apenas às sensações de quente e frio, sem nenhuma reflexão acerca da natureza do calor” (AMARAL; MORTIMER, 2001, p 15), como nas respostas dos alunos apresentadas anteriormente: “*porque o corpo está quente e o vento frio*”, “*as substâncias ficam frias*” e “*as substâncias ficam quentes*” para as atividades propostas.

Baseada na ideia do fogo como uma substância viva, na zona animista “a atribuição de ‘vida’ pode ser feita ao calor, considerando-o como uma entidade que se movimenta por suas próprias forças” (AMARAL; MORTIMER, 2001, p 9). Também esta atribuição pode ser feita ao objeto ou material que “deseja” receber ou perder calor. Estão relacionadas a esta zona as justificativas dos alunos que enfatizam que “*o sistema ganha calor*” e “*o sistema perde calor*”.

Na zona substancialista, entende-se que o calor é uma espécie de fluído, uma substância inerte, com a capacidade de penetrar na matéria. Respostas dos alunos relacionadas a essa zona foram constatadas ao longo das atividades: “*o calor é absorvido*”, “*o calor é liberado*”, inferindo-se que o calor poderia ser deslocar pelo ambiente.

Amaral e Mortimer (2001) mencionam que o substancialismo reside na linguagem e nas práticas da química e da tecnologia tanto de alunos como de professores: “‘calor latente de fusão’ e ‘capacidade calorífica’ são exemplos de substancialização da energia na linguagem científica. Os alimentos ou os combustíveis são referidos como algo que tem energia armazenada nas ligações químicas” (p. 11).

A zona empírica, que explica a diferença entre calor e temperatura, está relacionada ao desenvolvimento do termômetro que possibilita a experimentação, a fim de medir o calor. Já na zona racionalista, entende-se o calor como proporcional à diferença de temperatura.

Aos resultados das pesquisas relaciona-se a melhoria do processo de aprendizagem. Nesse sentido, Mortimer (2011) propõe que o aluno, primeiramente, aprenda o conceito científico de calor, enriquecendo seu perfil conceitual.

Entretanto, a linguagem cotidiana pode conservar significados incoerentes com a visão científica. Mortimer (2011) cita como exemplos as concepções do calor como sendo uma substância e que é proporcional à temperatura.

Portanto, no segundo momento, os alunos precisam tomar consciência com relação à diversidade de modos de pensar sobre o calor e sobre contextos onde podem ser aplicados, os quais, por sua vez, não podem igualmente resolver problemas de nosso dia a dia (MORTIMER, 2011). Como exemplo, o autor cita uma situação na qual uma pessoa deve escolher um copo para tomar uma bebida gelada num dia quente.

A visão do senso comum a levará a escolher o copo de alumínio, porque ele é “frio”, mas isso significará que sua bebida esquentará mais rapidamente, uma vez que a sensação térmica que temos ao tocar o copo decorre de ele ser um melhor condutor térmico do que o vidro. (MORTIMER, 2011, p. 184).

Logo, se o indivíduo utilizar seus conhecimentos sobre calor, calor específico e temperatura, fará melhores escolhas. A partir daí, entende-se que os alunos, durante o processo de ensino e aprendizagem, precisam vivenciar situações do dia a dia que tenham a necessidade de aplicar os conhecimentos científicos. Nesse sentido, Driver *et al* (1999) complementa ao afirmar que aprender ciências requer o domínio de uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo.

O entendimento dos alunos com relação ao princípio de conservação da energia também pode ser analisado a partir de suas respostas. Com relação à energia, Pozo e Gómez Crespo (2009) enfatizam que o termo é comum para as pessoas, presente nos meios de comunicação e em nosso dia a dia. Entretanto, por se tratar de um conceito abstrato, muitas dificuldades estão relacionadas à sua compreensão.

Compreender e utilizar o conceito de energia [...] exige compreender as mudanças da matéria em termos de interação e conservação. Mas passar da interação para a conservação não é fácil nem simples, pois é necessário que o aluno compreenda que, como resultado da interação entre dois corpos, ocorrem mudanças simultâneas e opostas, em ambos os corpos, de uma propriedade não perceptível: a energia (POZO; GÓMES CRESPO, 2009, p. 205).

A noção de interação entre sistema e ambiente não é perceptível em todas as respostas dos alunos. Como já mencionado, alguns usam expressões “o calor é

absorvido” e “*o calor é liberado*”, sem considerar as relações entre sistema e ambiente.

Ao analisar a ideia de conservação de energia em termos de calor, ou seja, que o sistema recebe energia do ambiente, que a perde, e vice-versa, podem-se apontar algumas respostas dos alunos que utilizam essas relações, como “*o sistema (água no fundo) perde calor para o ambiente que o ganha*” e “*o ambiente (corpo) perde calor que é absorvido pelo sistema (H₂O)*”.

Portanto, as dificuldades de compreensão da interação e conservação, associadas ao ensino de Física, são vivenciadas também durante o ensino de Química.

Com relação à avaliação trimestral, a primeira questão tinha como um dos objetivos a classificação de processos endotérmicos e exotérmicos nos fenômenos de nosso dia a dia, como: evaporação da água, acetona na pele, queimadas, combustão de uma vela e dissolução de hidróxido de sódio em água. Esta questão exigia a identificação e a categorização de exemplos, além da capacidade de generalização dos conceitos (COLL *et al*, 1998). Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Classificação das respostas dos alunos com relação aos fenômenos

Fenômenos	Respostas	
	Endotérmico	Exotérmico
Evaporação da água	6	5
Acetona na pele	9	2
Queimadas	1	10
Combustão de uma vela	3	8
Dissolução de hidróxido de sódio em água	8	3

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Com relação ao fenômeno de evaporação da água, trabalhado em atividades anteriores, os resultados indicam que um número expressivo de alunos ainda não conseguiu associá-lo a um processo endotérmico.

As queimadas e a evaporação da acetona na pele foram fenômenos associados corretamente a fenômenos exotérmicos e endotérmicos, respectivamente, pela maioria dos estudantes.

Com relação ao processo de dissolução de hidróxido de sódio em água, apenas três alunos o associaram a um fenômeno exotérmico. Entretanto, é importante lembrar que tanto a evaporação da acetona na pele como a dissolução de hidróxido de sódio em água, foram demonstrados na aula 4 da unidade sobre Termoquímica.

Os resultados da avaliação indicam que os alunos não conseguem entender qual é o fenômeno envolvido em cada um das alternativas. Nos exemplos “evaporação da água” e “acetona na pele”, o processo é o mesmo: a mudança de estado físico do estado líquido para o estado gasoso. O mesmo pode-se comentar dos exemplos “queimadas” e “combustão da vela” que envolvem reações de combustão.

A questão analisada, que envolveu apenas a classificação dos fenômenos, não oferece subsídios para o professor entender quais foram os esquemas de conhecimento que os alunos construíram para compreender fenômenos endotérmicos ou exotérmicos. Torna-se relevante, portanto, reelaborar a questão, solicitando que os alunos justifiquem a classificação apresentada.

A partir da análise dos materiais de pesquisa, o que se pode expor com relação à compreensão dos alunos sobre fenômenos endotérmicos e exotérmicos?

A maioria dos alunos não compreendeu os conteúdos conceituais, pois eles não conseguiram aplicá-los a diferentes situações. A forma como os alunos utilizam a expressão “calor” mostra que a maioria deles também não teve entendimento do seu conceito.

A unidade, portanto, deveria ser reformulada e os conteúdos trabalhados de forma diferenciada, com a utilização de mais experimentos, como as atividades propostas por Oliveira e Amaral (1998) e que buscassem investigar o que os alunos entendem sobre o conceito de calor, associando-o ao estudo do perfil conceitual.

Uma modificação possível na unidade seria a introdução da abordagem atômico-molecular, proposta por Barros (2009). O autor explica que os estudantes têm dificuldades relacionadas às definições de sistema e vizinhança, e como é possível ocorrer a troca de calor entre eles.

Nesse sentido, Pozo e Gómez Crespo (2009) também comentam as dificuldades de compreender a matéria como um sistema de partículas em interação:

[...] compreender o fenômeno em profundidade exige analisá-lo em termos microscópicos, compreender a relação entre a temperatura e a energia cinética das partículas que compõem o sistema e saber a diferença entre calor (como energia transferida entre dois sistemas), conteúdo energético do sistema e temperatura (POZO; GÓMES CRESPO, 2009, p. 207).

Outro aspecto destacado por Barros (2009) é que os alunos “nem sempre têm uma boa compreensão do significado da energia interna de um sistema nem de suas constituintes - a energia cinética e a energia potencial das partículas que o formam” (p. 241), o que poderia auxiliá-los no entendimento de conceitos como calor, temperatura, fenômenos endotérmicos e exotérmicos.

Como estes conceitos também são trabalhados na disciplina de Física, uma alternativa seria o trabalho em conjunto dos professores das disciplinas.

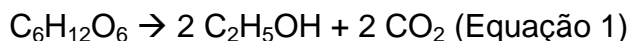
Princípio da conservação da energia:

O princípio de conservação perpassa os conhecimentos de Ciência, Física e Química. No caso da energia, o princípio diz que a energia pode ser transformada ou transferida, mas nunca criada ou destruída.

Relacionados ao princípio da conservação da energia, serão analisados as possibilidades de aprendizagem dos alunos da entalpia de formação e da lei de Hess.

A entalpia padrão de formação de uma substância é a entalpia padrão da reação por mol de fórmula unitária da formação de uma substância a partir de seus elementos na forma mais estável. A partir da combinação de entalpias padrão, pode-se calcular a entalpia padrão da reação. “Para fazer isso, imaginamos que, para executar a reação, convertemos os reagentes em suas formas mais estáveis e, depois, formamos os produtos a partir desses elementos” (ATKINS; JONES, 2012, p. 271 e 272). Dessa forma, a diferença entre as entalpias padrão de formação dos produtos e dos reagentes é a entalpia padrão da reação.

Dessa forma, a segunda questão da avaliação trimestral tinha como objetivo que os alunos aplicassem os conhecimentos relacionados à entalpia padrão de formação para o cálculo da variação da entalpia da reação representada a seguir:



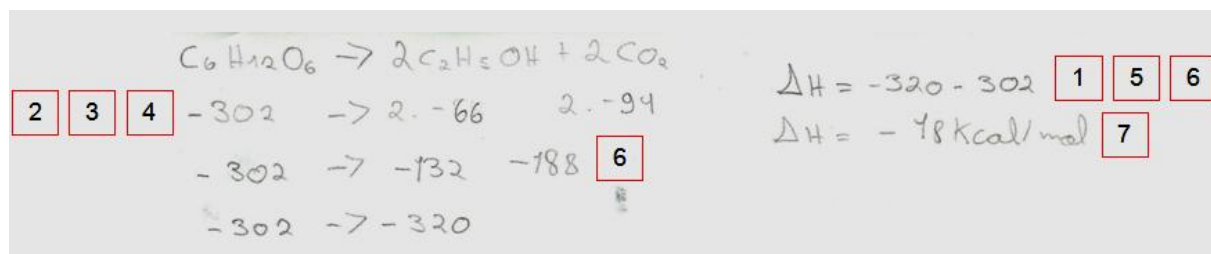
Para o cálculo, considera-se a entalpia padrão de formação cada substância ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ e CO_2) e os seus coeficientes estequiométricos na reação, aplicando-os na equação $\Delta H = H_{\text{produtos}} - H_{\text{reagentes}}$ para obter o resultado.

As etapas para a resolução da referida questão são:

1. Reconhecer a equação que deve ser utilizada para o cálculo;
2. Reconhecer os produtos e os reagentes;
3. Identificar os valores de entalpia padrão de formação para as substâncias envolvidas na reação no enunciado da questão;
4. Considerar os coeficientes estequiométricos da equação química;
5. Substituir os valores na equação;
6. Realizar as operações matemáticas necessárias;
7. Identificar as unidades de medida adequadas.

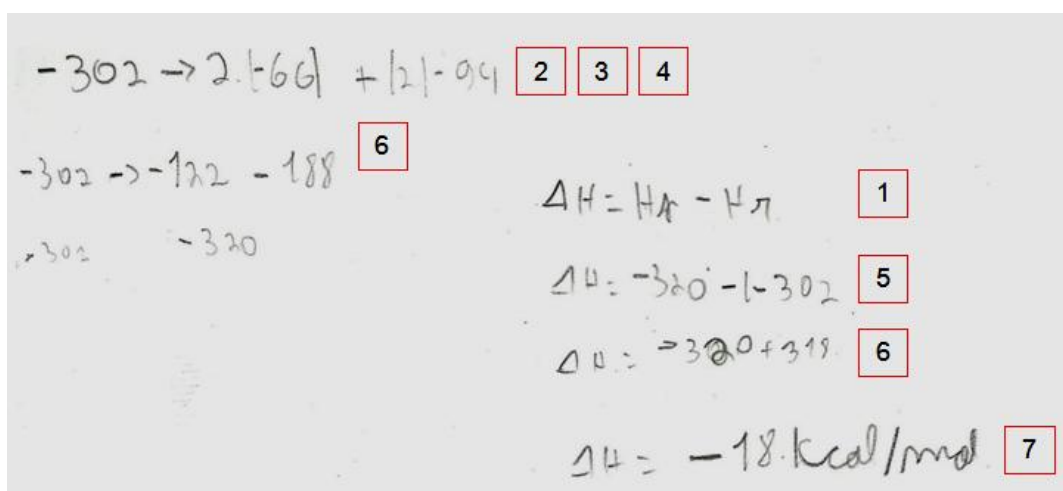
Com relação às referidas etapas, quatro alunos completaram-nas para a resolução da questão e encontraram o resultado esperado para a variação de entalpia da reação de fermentação do álcool etílico. Exemplos de resposta considerada correta para a questão estão exemplificados nas Figuras 10 e 11, nas quais as etapas estão indicadas por numeração.

Figura 10 - Resposta do aluno 8 para a segunda questão da avaliação trimestral - Termoquímica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 11 - Resposta do aluno 5 para a segunda questão da avaliação trimestral - Termoquímica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Quatro estudantes não utilizaram corretamente as unidades de medida (etapa 7) ou não as identificaram. O aluno 1, por exemplo, utilizou kJ/mol como a unidade da variação de entalpia calculada, de forma incorreta (Figura 12).

Figura 12 - Resposta do aluno 1 para a segunda questão da avaliação trimestral - Termoquímica

$$\Delta H = 2 \cdot (-66) + 2 \cdot (-94) - (-302)$$

$$\Delta H = -132 + (-188) + 302$$

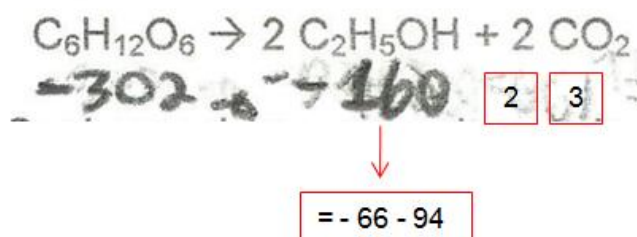
$$\Delta H = -320 + 302$$

$$\Delta H = -18 \text{ KJ/mol}$$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Três alunos não resolveram a questão corretamente. Dentre eles, o aluno 4 também não finalizou o cálculo, como pode ser analisado através da Figura 13.

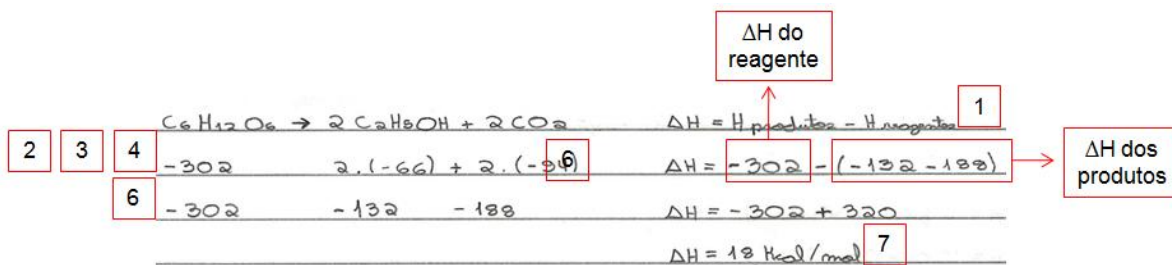
Figura 13 - Resposta do aluno 4 para a segunda questão da avaliação trimestral - Termoquímica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O aluno 7 não conseguiu reconhecer os reagentes e os produtos da reação, invertendo-os (Figura 14). O valor de ΔH do reagente glicose (-302 kcal) foi substituído no valor da entalpia do produto, e vice-versa. Logo, o resultado apresentado estava com sinal invertido.

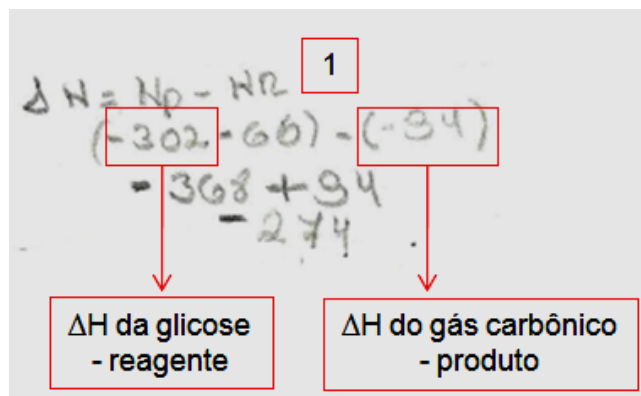
Figura 14 - Resposta do aluno 6 para a segunda questão da avaliação trimestral - Termoquímica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O aluno 10 não considerou os coeficientes estequiométricos no cálculo nem reconheceu os reagentes e produtos. Como pode ser analisado através da Figura 15, o valor de ΔH da glicose, que é reagente, é substituído como produto, e o valor de ΔH do gás carbônico, que é produto, foi substituído como reagente.

Figura 15 - Resposta do aluno 10 para a segunda questão da avaliação trimestral - Termoquímica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Na resolução da questão sobre entalpia de formação os alunos tiveram como obstáculos: a utilização das unidades de medida corretas no valor calculado e a identificação de reagentes e produtos e dos coeficientes estequiométricos na execução do cálculo da variação da entalpia.

Estes entraves estão relacionados aos apontados por Pozo e Gómes Crespo (2009), como as “dificuldades para interpretar o significado de uma equação química” (p. 141).

Se o estudante tem dificuldade para interpretar uma equação química, será mais difícil reconhecer quais são os produtos e os reagentes do processo. A equação química é uma forma de representação de uma reação química e compreendê-la exige usar a linguagem desta ciência.

Outro entendimento importante para a resolução da questão é do conceito de mol, pois é preciso considerar os coeficientes estequiométricos da equação química balanceada no cálculo.

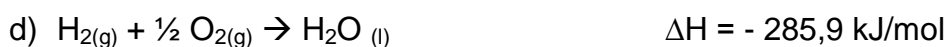
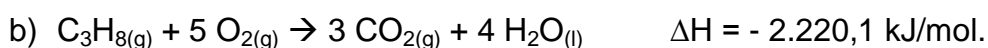
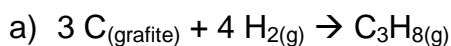
A lei de Hess baseia-se na seguinte associação: “a entalpia total da reação é a soma das entalpias de reação das etapas em que a reação pode ser dividida” (ATKINS; JONES, 2012, p. 265).

Justifica-se a lei de Hess a entalpia ser uma função de estado e o valor de sua variação ser independente do caminho entre os estados inicial e final do processo ou da reação.

A quinta questão da avaliação trimestral tinha como objetivo a aplicação dos conhecimentos relativos à lei de Hess (Quadro 6).

Quadro 6 - Quinta questão da avaliação trimestral - Termoquímica

(Vunesp) Se grafite e hidrogênio forem introduzidos num frasco para reagir, pode ocorrer a reação (a), mas o processo não se completa e, portanto, a variação de entalpia ΔH não pode ser determinada diretamente. O ΔH pode ser determinado indiretamente aplicando-se a lei de Hess às equações (b), (c) e (d). Calcule o ΔH da reação (a).



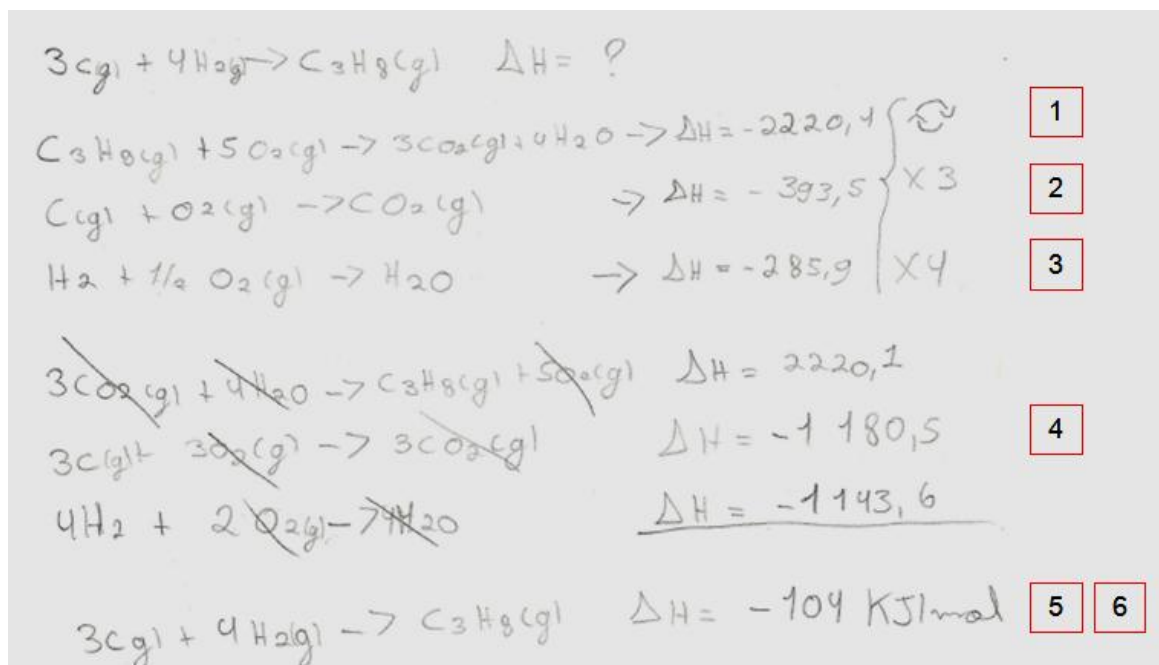
Fonte: (Vunesp, 2013).

Para calcular o ΔH da reação entre carbono grafite e gás hidrogênio, a fim de obter propano no estado líquido, é necessário estabelecer a ordem e os coeficientes da equação pretendida nas equações auxiliares, a partir das seguintes etapas:

1. A equação (b) é invertida;
2. A equação (c) é multiplicada por 3;
3. A equação (d) é multiplicada por 4.;
4. As modificações feitas nas equações são estendidas ao valor de ΔH ;
5. Os valores de ΔH das equações (b), (c) e (d) são somados a fim de encontrar o ΔH pretendido.
6. A unidade de medida correta é identificada, conforme o enunciado da questão.

Quatro alunos procederam corretamente a resolução da questão, como demonstrado na Figura 16.

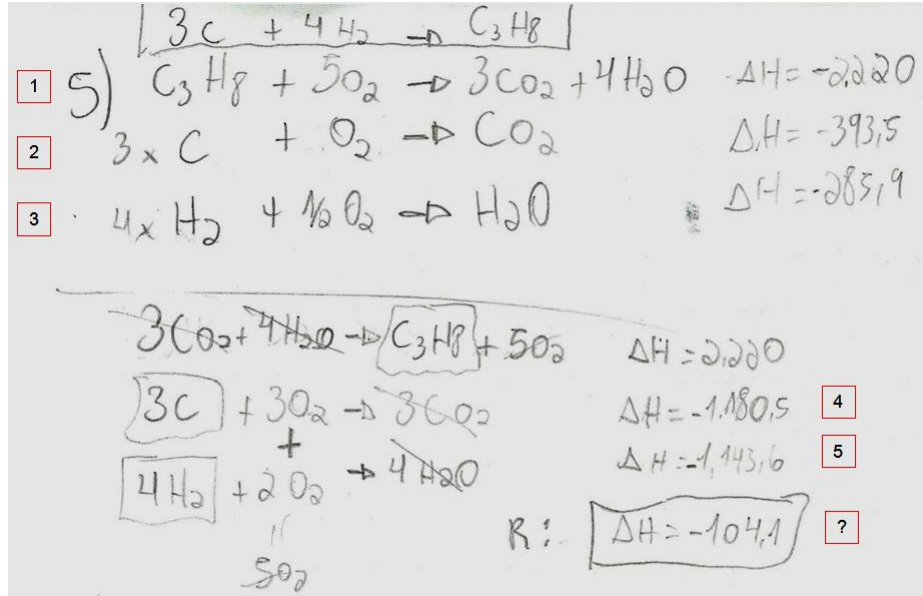
Figura 16 - Resposta do aluno 8 para a quinta questão da avaliação trimestral - Termoquímica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Três resoluções dos alunos foram feitas corretamente, mas não foi colocada a unidade de medida no resultado encontrado, como exemplificado na Figura 17.

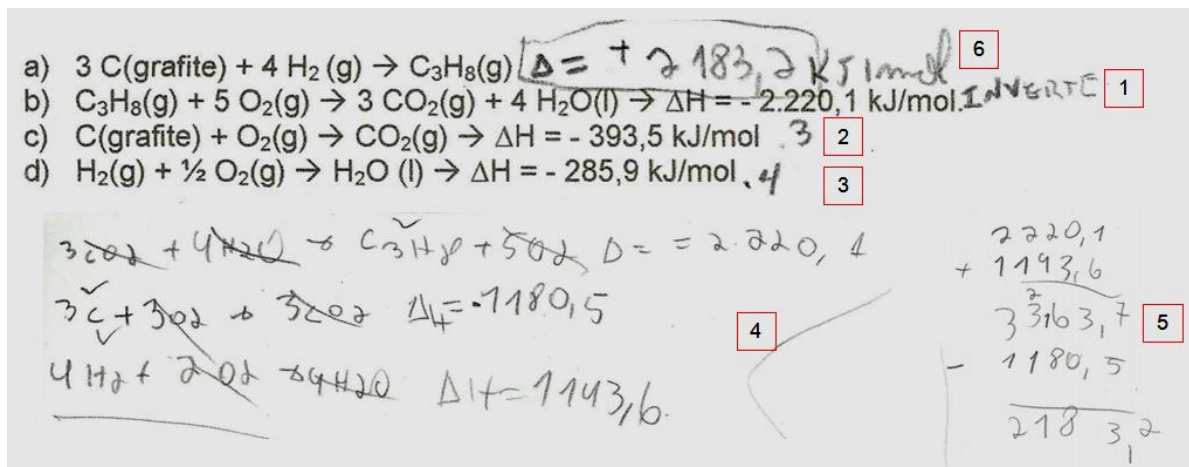
Figura 17 - Resposta do aluno 3 para a quinta questão da avaliação trimestral - Termoquímica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Com relação às demais resoluções para a questão, o aluno 4 fez as multiplicações e inversões, mas inverteu incorretamente o sinal do valor de ΔH da equação (d) (Figura 18).

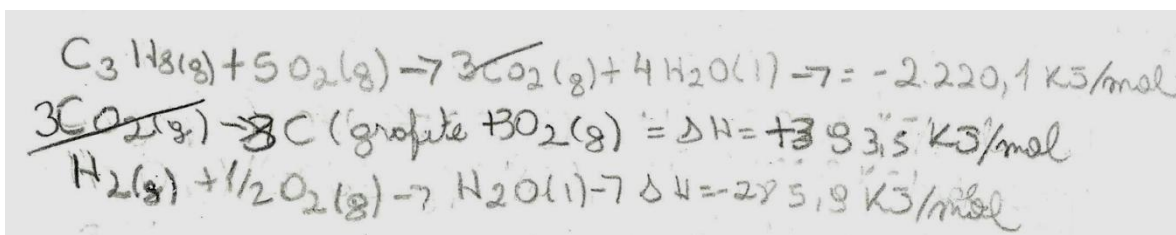
Figura 18 - Resposta do aluno 4 para a quinta questão da avaliação trimestral - Termoquímica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O aluno 10 inverteu a equação (c) incorretamente, e não fez nenhuma das multiplicações necessárias (Figura 19).

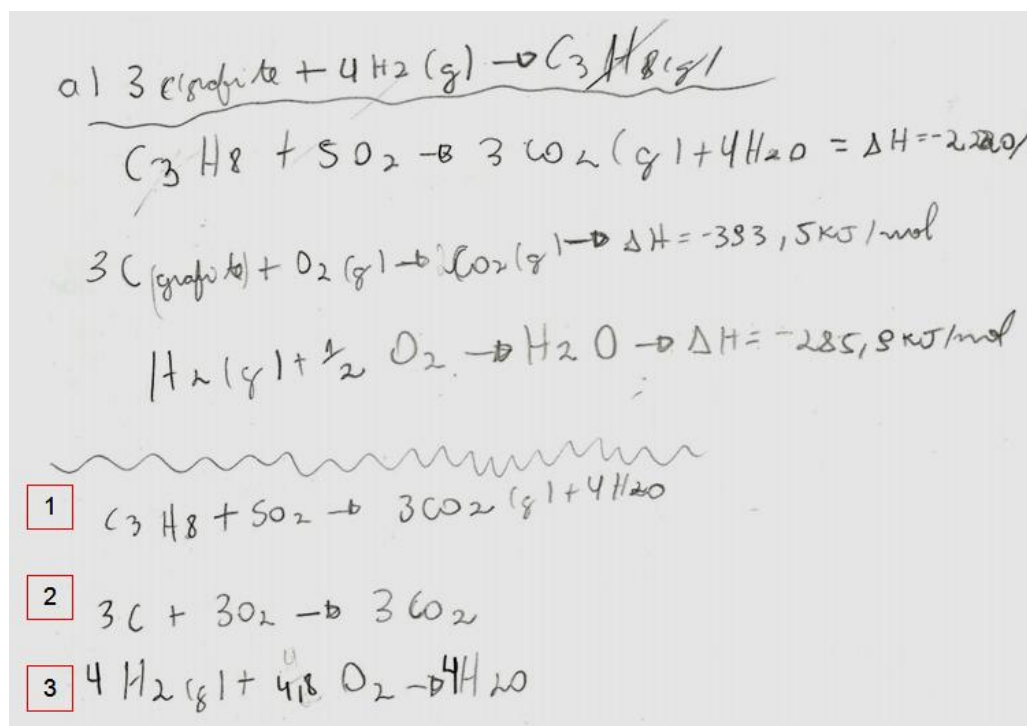
Figura 19 - Resposta do aluno 10 para a quinta questão da avaliação trimestral - Termoquímica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O aluno 6 fez as multiplicações das equações, mas não fez as respectivas multiplicações dos valores de ΔH , não inverteu a equação (b) e não concluiu a questão (Figura 20). Apenas o aluno 5 não tentou resolver a questão.

Figura 20 - Resposta do aluno 6 para a quinta questão da avaliação trimestral - Termoquímica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Analisando as respostas dos alunos, entende-se que as dificuldades dos alunos se concentram nas multiplicações e inversões de equações e de valores de variação de entalpia. Alguns destes erros podem ser ocasionados por falta de atenção na realização dos procedimentos de cálculo.

Na unidade didática sobre Termoquímica, o conceito de entalpia foi trabalhado basicamente na realização de cálculos termoquímicos, o que é criticado por Silva (2005): “a variação de entalpia é apenas um sinalizador, a entalpia é uma ferramenta de cálculo” (p. 24).

Um enfoque que poderia ter sido trabalhado em sala de aula é a entalpia como função de estado, a fim de que os alunos compreendam que as alterações (multiplicações, divisões, inversões) que são feitas nas equações, também devem ser aplicadas aos valores de variação da entalpia. Portanto, os alunos precisam compreender porque executam determinados procedimentos de cálculo, relacionando-os aos conceitos.

A maioria dos alunos conseguiu calcular a variação de entalpia nas questões da avaliação trimestral. Entretanto, questiona-se: O aluno compreendeu o conceito de entalpia? O aluno entendeu o que significa o valor calculado?

A compreensão desses tópicos exige que as questões sejam replanejadas. Sugere-se, portanto, o uso de problemas, e não apenas exercícios, na avaliação do conteúdo conceitual relacionado ao princípio de conservação da energia.

De acordo com Pozo e Postigo (1994), a realização de atividades em contextos muito definidos e limitados faz com que os alunos as realizem de forma mecânica, sem muito problema ou, de fato, sem nenhum problema.

Dessa forma, os autores sugerem que para a elaboração de problemas, deve-se modificar o formato da questão e diversificar os contextos em que se propõe a aplicação da mesma estratégia, utilizando cenários cotidianos e significativos para os alunos (POZO; POSTIGO, 1994). No caso da Termoquímica, podem-se propor problemas sobre combustíveis ou fontes de energia, que necessitam que os alunos entendam os conteúdos conceituais e utilizem cálculos termoquímicos.

Fatores que afetam a velocidade das reações:

Para a análise da construção de conceitos relacionados aos fatores que afetam a velocidade das reações, foram utilizados os relatórios da atividade experimental realizada nas primeiras aulas da unidade e a avaliação trimestral.

Os relatórios foram elaborados a partir das perguntas do roteiro da atividade experimental. Com relação aos experimentos 2 e 3, as questões eram:

- Em qual copo o comprimido reagiu mais rápido?
- Quais conclusões você pode obter a partir dos resultados?

Os alunos identificaram que a reação do comprimido efervescente ocorreu com maior rapidez na água quente e elaboraram as seguintes conclusões:

“Que as moléculas do copo com a água quente estavam mais agitadas e por isso o comprimido efervescente reagiu mais rápido” (Resposta do grupo 1).

“Quando aumentamos a temperatura do sistema, aumentamos também a agitação das partículas reagentes. Com isso, mais colisões ocorrerão e com mais energia, aumentando a quantidade de partículas que reagirão e, conseqüentemente, aumentando a velocidade da reação” (Resposta do grupo 2).

“O aumento da temperatura do meio onde a reação se processa (H_2O , no caso) provoca um aumento na energia cinética das moléculas, que, conseqüentemente, aumentam a taxa de choques num intervalo de tempo, elevando a velocidade da reação” (Resposta do grupo 3).

As respostas indicam que os alunos reconheceram a temperatura do sistema como um fator que pode influenciar a velocidade da reação. O grupo 1 apresentou uma resposta mais sucinta, citando que *“as moléculas do copo com água quente estavam mais agitadas”*, mas não mencionam as consequências de tal constatação.

Já as respostas dos grupos 2 e 3, citam, além da agitação das moléculas/aumento da energia cinética, a ocorrência de colisões/choques.

A reação com o comprimido esmagado também foi apontada como sendo mais rápida em comparação com o comprimido inteiro. As seguintes justificativas foram apresentadas pelos alunos:

“O comprimido efervescente esmagado possui partículas menores o que facilitou ele ser diluído mais rápido que um comprimido efervescente normal”
(Resposta do grupo 1).

“Quanto maior a superfície de contato dos reagentes, maior será a velocidade da reação, sendo assim, o procedimento mais rápido ocorre no copo onde se encontra o comprimido triturado. Os antiácidos efervescentes quando triturados se dissolvem com uma velocidade maior do que se estiver em forma de comprimido inteiro, isto porque a superfície de contato fica maior para reagir com a água”
(Resposta do grupo 2).

“A diminuição da superfície de contato do comprimido efervescente facilitou a ocorrência da reação, elevando a sua velocidade” (Resposta do grupo 3).

O grupo 1 menciona a existência de partículas menores no comprimido esmagado. Entretanto, as partículas constituintes do comprimido efervescente não mudam de tamanho, mas estão mais expostas no comprimido esmagado. Logo, a probabilidade de colisões que resultem no produto aumenta, e a velocidade do processo também aumenta.

Já os grupos 2 e 3 utilizam o termo “superfície de contato”. No grupo 3, entretanto, é utilizado de forma incorreta: não ocorre diminuição, mas aumento da superfície de contato no comprimido esmagado.

Considerando que os conceitos relacionados à Cinética Química não haviam sido estudados nas aulas, o vocabulário utilizado pelos estudantes na elaboração das respostas indica a pesquisa na *web*, conforme foi solicitado no roteiro.

Na avaliação trimestral, a nona questão foi retirada da prova seletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e está descrita no Quadro 7.

Quadro 7 - Nona questão da avaliação trimestral - Cinética Química

Em duas lanternas idênticas, carregadas com a mesma massa de carbureto, goteja-se água, na mesma vazão, sobre o carbureto. Na lanterna I, o carbureto está na forma de pedras, e na lanterna II, finalmente granulado.

- a) Indique qual das lanternas terá a chama mais intensa.
- b) Indique qual delas se apagará primeiro.

Justifique sua resposta, com base em seus conhecimentos de cinética química.

Fonte: (UFRJ, 2005).

Os alunos, em sua totalidade, responderam que a lanterna II, onde o carbureto apresenta-se finamente dividido, é a que apresenta a chama mais intensa.

Com relação à lanterna que por primeiro se apagará, nove dos onze alunos responderam corretamente que é a II. As justificativas apresentadas pelos alunos são categorizadas, como na Tabela 6.

Tabela 6 - Categorias das respostas da nona questão da avaliação trimestral - Cinética Química

Categorias	Número de respostas
Velocidade da reação	7
Dissolução do reagente	1
Concentração dos reagentes	1

Fonte: Elaborada pela autora.

Com relação à primeira categoria, os alunos 9 e 6 justificam de forma sucinta que a reação é mais rápida. As demais justificativas, além de mencionar o aumento da velocidade da reação, enfatizam o formato do reagente:

“O carbureto já se encontra na forma de pó e logo ele irá ser “decomposto” antes do que o carbureto que se encontra em pedras” (Aluno 1).

“A lanterna II, pois ela estando finamente granulada, acelera a reação e conseqüentemente o tempo dela ficar acesa será menor” (Aluno 8).

“A segunda, pois a velocidade da reação será mais rápida, pois o carbureto está granulado” (Aluno 4).

“Lanterna II, pois o carbureto finamente granulado queima mais rápido, apagando primeiro” (Aluno 2).

“Lanterna II, pois na mesma forma que o comprimido efervescente, quanto maior a superfície de contato, maior a velocidade da reação” (Aluno 7).

A maioria dos alunos faz referência, na resposta, ao carbureto que se encontra finamente granulado. Entretanto, apenas o aluno 7 realiza a explicação através do termo “superfície de contato”, utilizado em aula. O aluno 1 enfatiza apenas um tipo de reação: a decomposição.

Com relação à segunda categoria, o aluno 3 menciona a dissolução, de forma incorreta: *“A lanterna II, pois os grânulos se dissolvem mais rápido”*. Dissolução e decomposição são conceitos diferentes.

Com relação à terceira categoria, o aluno 5 cita a lanterna 1 como aquela que apagará primeiro, e justifica pela concentração dos reagentes.

Algumas considerações podem ser feitas sobre os resultados das atividades. No relatório da atividade experimental, os alunos utilizam termos relacionados ao nível submicroscópico do conhecimento químico, à abordagem atômico-molecular, como: agitação das moléculas, colisões, aumento da energia cinética. Entretanto, justificativas semelhantes não foram observadas nas respostas da avaliação trimestral.

A partir daí, não se consegue entender se os alunos possuem a compreensão do nível submicroscópico, além do macroscópico, relacionado aos fatores que afetam a velocidade das reações.

As questões que foram feitas para a avaliação trimestral não dão subsídios para a análise do que os alunos sabem em termos da interação entre as partículas constituintes da matéria. Dessa forma, poderia ser inserido na avaliação questões que exigissem dos alunos a utilização desse nível da Química.

Com relação ao processo de ensino e aprendizagem, entende-se que o professor, em sala de aula, pode investigar a compreensão que os alunos têm sobre

constituição da matéria e de reações químicas, como foi feito na pesquisa de Justi e Ruas (1997). Nesta investigação, os autores procuraram entender como os alunos justificam a ocorrência de reações químicas em velocidades diferentes.

Existem possibilidades do professor, ao investigar o que o aluno entende, desenvolver atividades que trabalhem estas concepções e os conhecimentos da Ciência.

Schnetzler (2011) comenta a função do professor como mediador do conhecimento, associado ao “nível teórico-conceitual da Química que, com seus vários modelos e teorias, nos permite elaborar interpretações e previsões sobre fenômenos que nos rodeiam e/ou dos quais depende a nossa sobrevivência” (p. 65).

Portanto, a compreensão que os alunos têm do nível submicroscópico pode ser a base para o planejamento de intervenções didáticas diferenciadas em sala de aula.

Velocidade de reação:

O conteúdo conceitual proposto foi investigado na décima primeira questão da avaliação trimestral, descrita no Quadro 8.

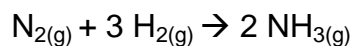
O “tempo” deveria ser substituído por “instante de tempo”, para que os valores apresentados não sejam entendidos como de intervalo de tempo, que é a duração definida por dois intervalos de tempo (GEF, 2015).

Com relação à primeira pergunta da questão, os alunos poderiam resolvê-la a partir das seguintes etapas:

1. Reconhecer a equação para o cálculo da velocidade da reação;
2. Calcular a variação da concentração ($\Delta[]$) e do tempo (Δt);
3. Substituir os valores na equação;
4. Realizar as operações matemáticas;
5. Utilizar as unidades de medida corretas.

Quadro 8 - Décima primeira questão da avaliação trimestral - Cinética Química

(UERJ) A amônia é empregada como matéria-prima na fabricação de fertilizantes nitrogenados. É obtida industrialmente por síntese total, como mostra a reação:



O quadro abaixo mostra a variação do número de mols de nitrogênio durante essa reação.

Mols de N ₂	Tempo (min)
20	0
10	2
5	5
2	10

Considere o rendimento de 100% no processo e condições normais de temperatura e pressão.

- Qual é a velocidade média de consumo de N₂ em mol/min, no intervalo de 0 a 2 minutos?
- A partir desse valor, qual é a velocidade média de consumo de H₂ em mol/min no mesmo intervalo?

Fonte: UERJ, 2002.

Nove alunos resolveram a questão, sendo que seis alunos procederam de forma correta, conforme exemplo na Figura 21, e encontraram o valor da velocidade média de consumo de gás nitrogênio.

Os alunos 9 e 6 não utilizaram as unidades de medida corretas na representação do resultado.

Figura 21 - Resposta do aluno 7 para a décima primeira questão da avaliação trimestral - Cinética Química

1
2
3
4
5

$$a) v_m = \frac{|\Delta []|}{\Delta t} \quad v_m = \frac{-10}{2} = \underline{5 \text{ mol/min}}$$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O aluno 3, para encontrar a velocidade da reação, procedeu à divisão do tempo pela concentração do reagente (Figura 22).

Figura 22 - Resposta do aluno 3 para a décima primeira questão da avaliação trimestral - Cinética Química

4x mols de N ₂	TEMPO (min)
60 20	0
30 10	2
15 5	5
6 2	10

O quadro abaixo mostra a variação do número de mols de nitrogênio durante essa reação. Considere rendimento de 100% no processo e condições normais de temperatura e pressão.

a) Qual é a velocidade média de consumo de N₂ em mol/min, no intervalo de 0 a 2 minutos? $2/10 = 0,2 = \text{por minuto}$

b) A partir desse valor, qual é a velocidade média de consumo de H₂ em mol/min no mesmo intervalo? $2/30 = 0,06 \text{ por minuto}$

Δt dividido por Δ[]

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Já com relação à segunda pergunta, era necessário que os estudantes reconhecessem que o cálculo da velocidade da reação baseia-se nas relações estequiométricas entre reagentes e produtos.

Com relação à velocidade de consumo do gás hidrogênio, sete responderam: quatro apresentaram o cálculo proporcional utilizado (Figura 23), considerando a relação estequiométrica; dois apenas apresentaram os valores; e o aluno 1 fez o cálculo de forma incorreta (Figura 24).

Figura 23 - Resposta do aluno 2 para a décima primeira questão da avaliação trimestral - Cinética Química

Handwritten student answer for Figure 23. It shows a proportion $\frac{1 \text{ mol}}{5} = \frac{3 \text{ mol}}{x}$ with a large 'X' over it, indicating it is incorrect. To the right, the student has written the final result: $x = 15 \text{ mol/min}$.

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 24 - Resposta do aluno 1 para a décima primeira questão da avaliação trimestral - Cinética Química

Handwritten student answer for Figure 24. It shows a proportion $\frac{1}{x} = \frac{3}{5}$. Below this, the student has written the calculation $\sqrt[3]{3} \cdot x = 5$, followed by $x = \frac{5}{\sqrt[3]{3}}$, and finally the result $x = 1,6 \text{ mol/min}$.

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Analisando as respostas, entende-se que a maioria dos alunos sabe como proceder ao cálculo da velocidade da reação. As dificuldades encontradas por alguns, entretanto, estão relacionadas ao raciocínio proporcional, exigência da segunda pergunta da questão da avaliação.

A questão menciona que o rendimento da reação é 100%; logo, no sistema reacional, deve haver quantidade de moléculas de H_2 suficientes para reagir com as moléculas de N_2 . A partir daí, pode-se considerar os coeficientes estequiométricos da equação balanceada e aplicar relações de proporcionalidade: se 5 mols de moléculas de N_2 são consumidos a cada minuto, para completar a síntese da amônia, será necessário 15 mols de moléculas H_2 neste mesmo intervalo de tempo.

O raciocínio descrito está relacionado às dificuldades apontadas na literatura, por Pozo e Gómes Crespo (2009), decorrentes do cálculo proporcional.

As relações de proporcionalidade são realizadas em Química nas aplicações das leis dos gases até as relações estequiométricas dentro de uma reação, perpassando a maioria dos cálculos químicos (POZO; GÓMES CRESPO, 2009).

Associado aos cálculos quantitativos cita-se o conceito de mol, que normalmente é utilizado de “maneira mecânica e algorítmica, dificultando, portanto, a compreensão de outros conceitos e das leis da química” (POZO; GÓMES CRESPO, 2009, p. 170).

O professor, no ensino de Cinética Química, pode retomar os cálculos químicos feitos no início do 2º ano, revisando o conceito de equação química, o balanceamento de equações e o conceito de mol, que deve ser “uma ponte entre o mundo macroscópico e microscópico” (POZO; GÓMES CRESPO, 2009, p. 171).

Essa revisão pode auxiliar no entendimento das relações de proporcionalidade envolvendo a velocidade das reações químicas.

Representação de compostos orgânicos:

A compreensão dos alunos com relação às formas de representação de compostos orgânicos foi analisada a partir das respostas dos alunos para a primeira questão da avaliação trimestral sobre Química Orgânica.

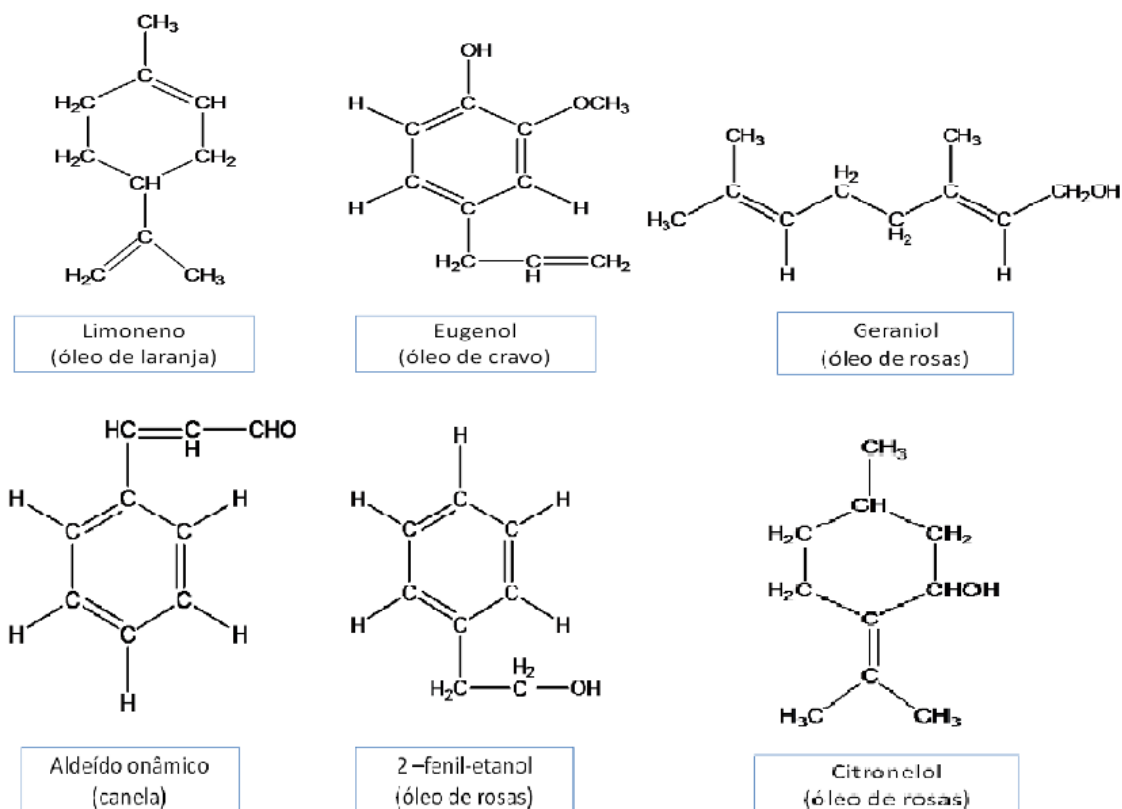
A questão foi baseada no artigo “Perfumes - uma química inesquecível”, escrito por Sandra Martins Dias e Roberto Ribeiro da Silva e publicado na QNEsc. Utilizou-se um recorte do texto do artigo e estruturas de óleos essenciais para elaborar as perguntas da questão.

De acordo com Dias e Silva (1996), perfumes são formados por uma mistura de compostos orgânicos, que é denominada fragrância.

As fragrâncias características dos perfumes foram obtidas durante muito tempo exclusivamente a partir de óleos essenciais extraídos de flores, plantas, raízes e de alguns animais selvagens. Esses óleos receberam o nome de óleos essenciais porque continham a essência, ou seja, aquilo que confere à planta seu odor característico. Embora os óleos essenciais sejam ainda hoje obtidos a partir dessas fontes naturais, têm sido substituídos cada vez mais por compostos sintéticos (DIAS; SILVA, 1996, p. 4).

A partir desta apresentação do tema, os alunos poderiam escolher três estruturas de óleos essenciais (Figura 25), para fazer a representação através da fórmula estrutural de linhas.

Figura 25 - Fórmulas estruturais simplificadas dos óleos essenciais na primeira questão da avaliação trimestral - Química Orgânica



Fonte: (Dias; Silva, 1996).

Sete alunos responderam a questão: o óleo de laranja, denominado limoneno, foi representado pela maioria dos alunos. Na Tabela 7, o número de representações de cada óleo essencial é listado.

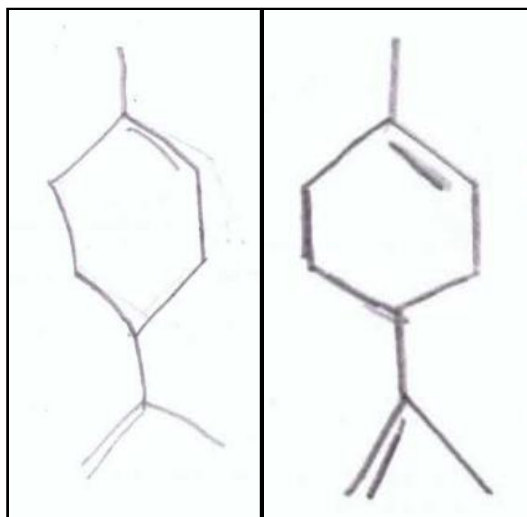
Tabela 7 - Número de representações para cada óleo essencial da primeira questão da avaliação trimestral - Química Orgânica

Óleos essenciais	Número de representações
Limoneno	7
Eugenol	4
Geraniol	5
Aldeído onâmico	4
2-fenil-etanol	5
Citronelol	5

Fonte: Elaborada pela autora.

Seis alunos realizaram a representação de forma correta do limoneno, como nas representadas através da Figura 26.

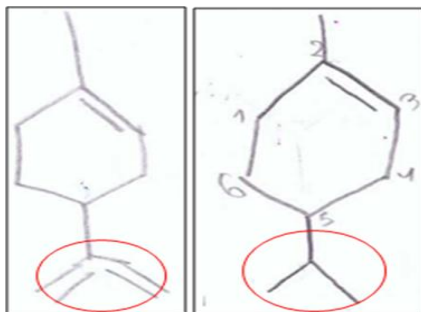
Figura 26 - Exemplos de representações corretas do óleo essencial limoneno da primeira questão da avaliação trimestral - Química Orgânica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Já na Figura 27, está representada incorretamente a parte destacada em vermelho: com duas ligações duplas ou sem nenhuma ligação deste tipo.

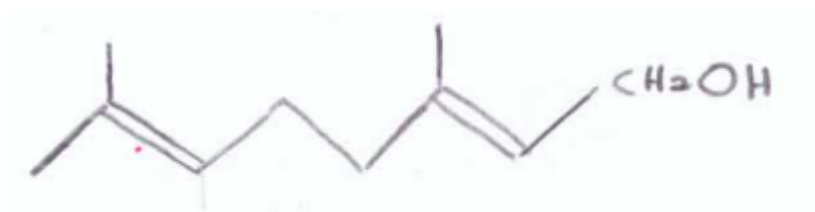
Figura 27 - Exemplos de representações incorretas do óleo essencial limoneno na primeira questão da avaliação trimestral - Química Orgânica.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O geraniol, o único exemplo de óleo essencial que possui fórmula estrutural de cadeia aberta, foi representado por cinco alunos. Três deles fizeram a fórmula de linhas de forma correta, como exemplificado na Figura 28.

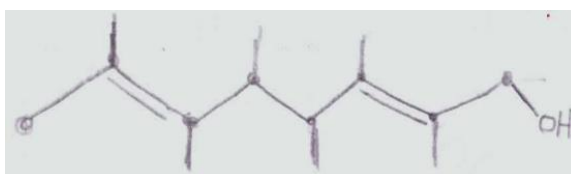
Figura 28 - Fórmula estrutural de linhas do geraniol na primeira questão da avaliação trimestral - Química Orgânica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Os alunos 3 e 4 representaram as ligações entre carbono e hidrogênio, de forma incorreta (Figura 29).

Figura 29 - Fórmula estrutural de linhas incorreta do geraniol na primeira questão da avaliação trimestral - Química Orgânica.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Os alunos possuem algumas dificuldades relacionadas à representação: eles precisam considerar apenas as ligações entre carbonos na construção das linhas, e representar o tipo de ligação correto. Entretanto, eles estão sendo “apresentados” a essa linguagem, que faz parte da aprendizagem da Química.

Aprender a representação de compostos orgânicos é como aprender um novo idioma: envolve o domínio de códigos específicos e os PCN+ dão ênfase a esta habilidade.

Ao mesmo tempo, a aprendizagem exige vivências. Nesse sentido, enfatiza-se que essas representações são utilizadas pelos alunos durante o ensino da disciplina no 3º ano do ensino médio. Entretanto, questiona-se: Qual é a importância do aluno saber este conteúdo para sua formação científica?

Além de aprender a linguagem da Química, representar compostos utilizando as diferentes fórmulas exige dos alunos a compreensão da estrutura da matéria, englobando conteúdos de Química trabalhados em anos anteriores, como átomo, ligações químicas, tabela periódica, interações intermoleculares, que necessitam de abstração para o seu entendimento.

O estudo da Química Orgânica, cujos compostos estão relacionados à vida, pode ser associado à Biologia, que ao trabalhar aminoácidos, carboidratos, proteínas e lipídios, aborda a representação de compostos orgânicos. Logo, se pode propor um trabalho em conjunto entre os professores.

Portanto, o estudo da representação de compostos orgânicos exige que os alunos façam uma síntese dos conteúdos em vários níveis, dentro da Química e nas Ciências em geral.

Classificação de carbonos e cadeias carbônicas:

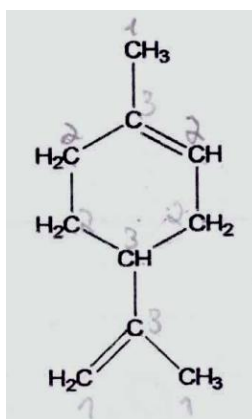
Os átomos de carbono, constituintes dos compostos orgânicos, podem ser classificados em:

- Carbono primário (1º): se liga a no máximo um átomo de carbono;
- Carbono secundário (2º): se liga a dois outros átomos de carbono;
- Carbono terciário (3º): se liga a outros três átomos de carbono;

- Carbono quartenário (4^0): se liga a outros quatro átomos de carbono (SANTOS *et al*, 2005; COSTA; ALMEIDA, 2011).

Sete alunos fizeram a classificação dos átomos de carbono do limoneno: quatro deles fizeram corretamente a classificação, exemplificada na Figura 30.

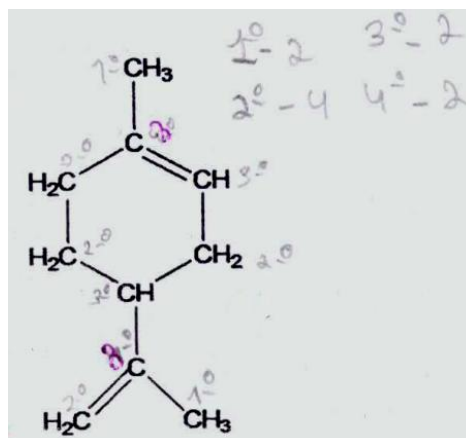
Figura 30 - Resposta do aluno 3 para a primeira questão da avaliação trimestral - Química Orgânica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O aluno 2 não classificou um átomo de carbono, o aluno 9 não identificou os carbonos primários na estrutura e o aluno 8 confundiu a classificação com o número de ligações que cada átomo de carbono faz com outros átomos de carbono na estrutura (Figura 31).

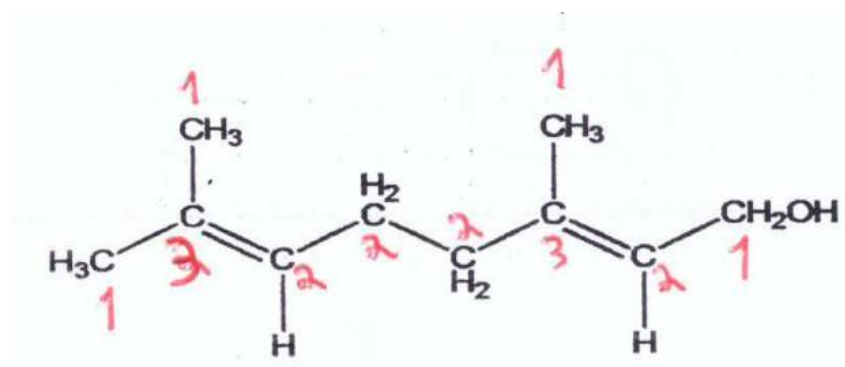
Figura 31 - Resposta do aluno 8 para a primeira questão da avaliação trimestral - Química Orgânica⁴



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Com relação à estrutura do geraniol, cinco alunos a classificaram: três fizeram a classificação corretamente (Figura 32) e os alunos 2 e 3 não caracterizaram todos os átomos da estrutura.

Figura 32 - Resposta do aluno 5 para a primeira questão da avaliação trimestral - Química Orgânica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Os compostos orgânicos também são classificados conforme sua estrutura. Atkins e Jones (2012) afirmam que um hidrocarboneto saturado é um hidrocarboneto

⁴ Caneta roxa: minha correção.

alifático sem ligações carbono-carbono múltiplas e um hidrocarboneto insaturado tem uma ou mais ligações carbono-carbono duplas ou triplas.

Outras classificações estão relacionadas às seguintes características:

- forma: cadeia aberta ou fechada;
- presença de heteroátomo: cadeia homogênea ou heterogênea;
- disposição dos átomos: cadeia normal ou ramificada;

Com relação à classificação das cadeias carbônicas, sete alunos a realizaram para a estrutura do óleo essencial limoneno: todos identificaram a cadeia como insaturada, cinco alunos a classificaram como mista e não ramificada e dois como fechada e não-ramificada, seis alunos a classificaram como homogênea.

A estrutura do geraniol foi classificada por cinco alunos: todos a identificaram como uma cadeia aberta e insaturada, quatro alunos a identificaram como cadeia homogênea e três como cadeia ramificada.

Matos *et al* (2009) questiona o ensino de classificações no ensino médio:

No estudo sobre cadeias carbônicas, o indivíduo deve aprender sobre ter ou não heteroátomos (homogênea ou heterogênea); ter ramificações ou não; ser aberta ou acíclica; fechada ou cíclica; ou ainda alicíclica ou aromática. Para que um cidadão utiliza todas essas classificações? (p. 44).

Os PCNEM também mencionam que “ênfatizam-se muitos tipos de classificação, como tipos de reações, ácidos, soluções, que não representam aprendizagens significativas” (BRASIL, 1999, p. 32).

A partir dessas considerações, questiona-se: Qual é a importância de estudar classificações no ensino médio?

As classificações não podem ser ensinadas com fim em si mesmo. Ao contrário, este conteúdo deve ser um meio para o entendimento de outros conceitos e procedimentos da Ciência.

Classificar envolve organizar. Na Química, uma forma de organização dos elementos químicos é a Tabela Periódica. Entretanto, esta organização não é definitiva. A Química, assim como as demais ciências, não pode ser vista como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados (BRASIL, 1999). Ao contrário, é uma construção humana sujeita à influência de diversos fatores.

Nesse sentido, o conhecimento científico como as classificações é um conhecimento provisório. Como exemplo, utiliza-se novamente a Tabela Periódica,

que primeiro foi classificada por Dmitri Mendeleev em função da massa atômica e hoje, em decorrência dos avanços científicos e tecnológicos, utilizamos a tabela em função do número atômico.

Massa atômica e número atômico, neste caso, são os critérios para organizar os elementos químicos. Logo, a classificação está relacionada à elaboração de critérios.

Uma proposta de ensino poderia envolver os alunos da seguinte forma: primeiramente, os alunos receberiam as fórmulas estruturais de diferentes compostos orgânicos. A partir da análise destas fórmulas, os alunos poderiam procurar uma forma de classificação das moléculas, organizando-as e definindo critérios. Estes critérios, então, podem ser comparados pelo professor aos critérios aceitos pela Ciência, dando ênfase ao processo de construção do conhecimento.

O estudo das classificações também está inserido nas demais disciplinas que compõem o currículo. Em Biologia, estuda-se taxonomia, que é uma área destinada à classificação dos seres vivos.

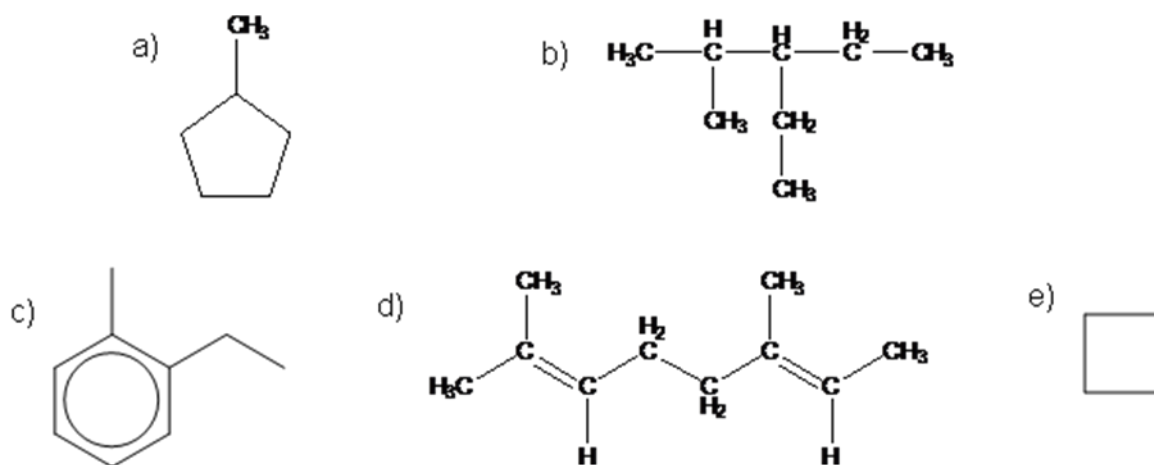
Na Química, os conhecimentos relativos à classificação podem ser subsídios para o estudo das propriedades dos compostos e das reações orgânicas. Como exemplo, cita-se a diferença nas propriedades entre gorduras saturadas e insaturadas.

Hidrocarbonetos:

No final da implementação da unidade de Química Orgânica, os alunos iniciaram o estudo da nomenclatura de compostos orgânicos, como os hidrocarbonetos. As aulas 15 e 16 tiveram como objetivo compreender as estruturas de compostos orgânicos, identificar a cadeia principal do composto e compreender os significados de sufixo, infixos e prefixos, para que, com esse entendimento, os alunos pudessem nomear hidrocarbonetos.

A avaliação do conteúdo será feita a partir das respostas dos alunos para a oitava questão da avaliação trimestral. A tarefa proposta era nomear os hidrocarbonetos, mostrados na Figura 33.

Figura 33 - Hidrocarbonetos da oitava questão da avaliação trimestral - Química Orgânica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Os resultados da questão são descritos na Tabela 8, sendo que os compostos são designados por letras do alfabeto.

Tabela 8 - Resultados da oitava questão da avaliação trimestral - Química Orgânica

Nomenclatura	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Correta	3	6	5	5	5
Incorreta	6	2	3	2	4

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Como dificuldades dos alunos relacionadas à nomenclatura, citam-se:

- Quando o hidrocarboneto for cíclico, deve-se iniciar da cadeia principal com a palavra “ciclo”;
- Os grupos de substituintes devem ser todos designados por nomes;
- No caso de mais um grupo substituinte, a ordem dos nomes é a alfabética;
- Quando um composto cíclico ou aromático possui apenas um grupo substituinte, não se utiliza numeração.

O estudo da nomenclatura de compostos orgânicos é um processo gradual, desenvolvido durante o último ano do ensino médio. Então, existem possibilidades das dificuldades apontadas pela análise das respostas serem superadas ao longo do 3º ano.

Concorda-se com Chassot (1990), que defende que aprender Química é aprender a sua linguagem. Entretanto, o professor não pode se limitar a apresentar um conjunto extenso de informações relacionadas às regras de nomenclatura exigindo dos alunos a memorização.

Nesse sentido, Matos *et al* (2009) questiona: “Por que as regras e tabelas não podem ser fornecidas como dados a serem usados pelos estudantes?” (p. 44). Os autores complementam afirmando que:

Não está se propondo a retirada desse conteúdo do Ensino Médio, mas se deve avaliar a necessidade de tantas denominações, classificações e tipos de nomenclatura, considerando-se que um dos objetivos básicos desse conteúdo é permitir a conexão entre o nome e a classe funcional de uma substância (p. 44).

As ideias da professora/pesquisadora vão ao encontro do que é apresentado por Matos *et al* (2009), pois entende-se o aluno deve compreender a estrutura dos nomes de compostos orgânicos, mas este não pode ser o foco primordial do ensino de Química Orgânica. O professor poderia elaborar questões para avaliação na forma de problemas e não de exercícios. Dessa forma, os alunos poderiam utilizar as tabelas relacionadas à nomenclatura de compostos.

O ensino de Química Orgânica também deve apresentar relações com o dia a dia dos alunos, a fim de que os alunos conheçam os compostos orgânicos presentes no cotidiano, suas propriedades e as implicações relacionadas ao uso destas substâncias.

Outros enfoques para a pesquisa sobre compostos orgânicos são: a análise das questões dos exames nacionais, a fim de investigar quais são os objetivos principais das questões deste conteúdo e assim, elencar prioridades no ensino da Química Orgânica.

Além disso, como a nomenclatura de compostos orgânicos é abordada no ensino médio “encontra-se distante de contribuir efetivamente para a formação da

cidadania, permitindo a compreensão do conteúdo e a aplicação do conhecimento como subsídios para a correlação com o cotidiano” (MATOS *et al*, 2009, p. 44).

Resumo da avaliação dos conteúdos conceituais

A partir da análise das atividades relacionadas aos conteúdos conceituais, podem-se apontar possibilidades de aprendizagem de conceitos e as principais dificuldades apresentadas pelos alunos.

Com relação aos conteúdos conceituais relacionados à Termoquímica, enfatiza-se que a maioria dos alunos não conseguiu diferenciar fenômenos endotérmicos e exotérmicos e não compreendeu os conceitos relacionados a este conteúdo. Os alunos apresentaram dificuldades para entender qual era o fenômeno envolvido em determinadas situações e não conseguiram aplicar os conceitos em diferentes contextos.

O princípio de conservação de energia foi analisado através das questões sobre entalpia de formação e lei de Hess. Nesse sentido, a maioria dos alunos conseguiu fazer o cálculo. Entretanto, pelo tipo de questão utilizada, não se consegue compreender se os alunos entenderam o que significa o valor encontrado. Como dificuldades, constatou-se o uso incorreto das unidades de medida, o entendimento do significado de uma equação química, identificando coeficientes, reagentes e produtos e o cálculo proporcional.

Com relação aos conteúdos conceituais de Cinética Química, os alunos conseguiram identificar os fatores que afetam a velocidade das reações. Entretanto, não se pode compreender se os alunos possuem o entendimento do nível submicroscópico relacionado à reação química em razão do tipo de questão utilizada. O cálculo da velocidade da reação foi executado pela maioria dos alunos.

Para os conteúdos conceituais sobre Química Orgânica, pode-se comentar que a maioria dos alunos conseguiu fazer representações de compostos orgânicos, classificá-los com relação aos tipos de carbono e cadeia carbônica e nomear compostos orgânicos, considerando que este é o início do estudo desses conceitos, que terão continuidade ao longo do último ano do ensino médio.

4.2.2 Conteúdos Procedimentais

Relacionados ao saber fazer, a aprendizagem de conteúdos procedimentais implica “uma compreensão do que representa como processo, para que serve, quais são os passos ou fases que o configuram, etc.” (ZABALA, 1998, p. 207).

De acordo com Coll *et al* (1998), os procedimentos envolvem uma dupla aprendizagem: é importante que os alunos tenham “conhecimento suficiente relativo ao procedimento (sabe-se quais as ações ou decisões que o compõem, em que ordem devem ocorrer, sob que condições, etc.)” (p. 114) e que também consigam usar e aplicar estes conhecimentos em situações específicas.

Portanto, a avaliação dos procedimentos tem como objetivo “comprovar a sua funcionalidade, ver até que ponto o aluno é capaz de usar o procedimento em outras situações” (COLL *et al*, 1998, p. 113).

Zabala (1998) lista atividades adequadas para conhecer o grau de domínio, as dificuldades e obstáculos na aprendizagem de procedimentos: atividades e situações que nos permitam realizar a observação sistemática de cada um dos alunos. As exceções são os procedimentos que se realizam utilizando papel ou conteúdos de caráter mais cognitivo.

Pozo e Gómes Crespo (2009) afirmam que “o uso de procedimentos é eficaz somente quando se dispõe de conhecimentos conceituais adequados” (p. 77).

Numerosos estudos mostraram, por exemplo, que os alunos não sabem transformar seus conhecimentos científicos descritivos e conceituais em ações ou predições eficazes. E ao contrário, às vezes executamos ações que teríamos muita dificuldade de descrever ou definir (POZO; GÓMES CRESPO, 2009, p. 48).

Portanto, entende-se que a avaliação destes dois conteúdos - conceitual e procedimental - não pode ocorrer de forma dissociada.

Para análise dos conteúdos procedimentais desenvolvidos nas unidades didáticas, se utilizará a classificação de conteúdos procedimentais elaborada por Pozo e Postigo (1994), baseada na funcionalidade para as atividades de aprendizagem (Quadro 9).

A descrição da classificação dos procedimentos será feita a partir de Pozo e Postigo (1994). Os procedimentos de aquisição da informação visam incorporar

informações novas ou acrescentar conhecimentos aos existentes e podem ser divididos em quatro subgrupos: observação, direta ou indireta, utilizando instrumentos; seleção da informação, de forma oral, texto/gráfico e visual; busca da informação, através de bibliotecas, textos, documentos, meios de comunicação e uso de diversas fontes; e revisão e memorização da informação, utilizando exercícios de revisão e repetição.

Quadro 9 - Classificação dos conteúdos procedimentais

Classificação dos conteúdos procedimentais	
1. Aquisição da informação	<ul style="list-style-type: none"> a) Observação b) Seleção de informação c) Busca e captação de informação d) Revisão e memorização da informação
2. Interpretação da informação	<ul style="list-style-type: none"> a) Decodificação ou tradução da informação b) Uso de modelos para interpretar situações
3. Análise da informação e realização de inferências	<ul style="list-style-type: none"> a) Análise e comparação da informação b) Estratégias de raciocínio c) Atividades de investigação ou solução de problemas
4. Compreensão e organização conceitual da informação	<ul style="list-style-type: none"> a) Compreensão do discurso (escrito/oral) b) Estabelecimento de relações conceituais c) Organização conceitual
5. Comunicação da informação	<ul style="list-style-type: none"> a) Expressão oral b) Expressão escrita c) Outros tipos de expressão

Fonte: (POZO; POSTIGO, 1994).

Os procedimentos de interpretação da informação envolvem: decodificação da mensagem ou informação em um novo formato, com tradução intercódigo (verbal-gráfico, verbal-numérico e gráfico-verbal) ou intracódigo; aplicação de modelos para interpretar situações; e o uso de analogias e metáforas.

Já aqueles relacionados à análise da informação e realização de inferências, relacionam-se: a análise e comparação da informação, como a análise de casos e exemplos de um modelo e o estabelecimento de informações entre modelo e informação; a realização de inferências; e atividades de investigação.

Os procedimentos de compreensão e organização conceitual englobam a compreensão do discurso, através da diferenciação dos tipos de discurso, identificação da estrutura dos textos, diferenciação de ideias principais e secundárias, compreensão do significado e integração de informação de diversos textos ou fontes; o estabelecimento de relações conceituais. Os procedimentos descritos também estão relacionados à interpretação da informação. O estabelecimento de relações conceituais e a organização conceitual também são procedimentos de compreensão e organização conceitual.

Procedimentos de comunicação da informação envolvem a expressão oral (planejamento e elaboração de guias, diferenciação entre tipos de exposições, análise da exposição, exposição, respostas a perguntas e justificação e defesa da própria opinião), a expressão escrita (planejamento e elaboração de guias, uso de técnicas de expressão, diferenciação entre os diversos tipos de expressão escrita, análise da adequação do texto escrito e exposição e defesa da própria opinião) e a utilização de outros tipos de expressão (como recursos e técnicas de expressão gráfica e de novas tecnologias).

Com base no Quadro 9, os conteúdos procedimentais identificados nas aulas das unidades didáticas (Seção 4.1) foram classificados, construindo-se, portanto, o Quadro 10. A classificação construída está de acordo com a função didática de cada procedimento, baseada nas atividades feitas em sala de aula. Um determinado conteúdo pode ser classificado em mais de um tipo de procedimento.

Os procedimentos de elaborar perguntas, coletar dados, ler o texto, executar o experimento conforme roteiro e os relacionados à pesquisa envolvem a busca de informação, que está relacionada ao procedimento de aquisição da informação.

Já os procedimentos de elaborar explicações, representar compostos orgânicos e utilizar diferentes formas para determinação da variação da entalpia envolve a aplicação de modelos para interpretar situações. A interpretação de vídeos, bem como a construção e interpretação de gráficos e diagramas envolvem a

decodificação da mensagem. Os procedimentos citados estão relacionados à interpretação da informação.

Ao procedimento de análise da informação e a realização de inferências estão relacionadas à elaboração de hipóteses, análise de dados utilização de diferentes formas para o cálculo da variação da entalpia, esboço do cálculo da velocidade da reação e descrição da atividade experimental.

Já ao procedimento de compreensão e organização conceitual da informação, estão relacionados à elaboração do relatório ou texto (estabelecimento de relações conceituais), à confecção de diagramas de conceitos (organização conceitual), ao cálculo da variação de entalpia e da velocidade da reação (compreensão do discurso, estabelecimento de relações conceituais).

E finalizando, à comunicação da informação relaciona-se a elaboração de relatórios (comunicação verbal), a postagem do relatório no FISQUIM (uso de TIC) e os momentos de discussão e argumentação em sala de aula (comunicação oral).

Quadro 10 - Classificação dos conteúdos procedimentais das unidades

(continua)

Tipos de procedimentos	Conteúdos procedimentais das unidades didáticas
1. Aquisição da informação	Elaborar perguntas.
	Executar o experimento conforme o roteiro.
	Observar reações/fenômenos.
	Coletar dados.
	Ler o texto.
	Assistir o vídeo.
	Realizar e registrar medidas de tempo para as reações.
	Utilizar ferramentas da <i>web</i> para pesquisa.
	Pesquisar compostos orgânicos.
2. Interpretação da informação	Elaborar explicações/justificativas.
	Interpretar o vídeo a partir de questões norteadoras.
	Construir e interpretar gráficos; Representar diagramas.
	Representar compostos orgânicos.
	Utilizar diferentes formas de determinação da variação de entalpia.

(conclusão)

	Discutir as implicações relacionadas à utilização de combustíveis.
3. Análise da informação e realização de inferências	Elaborar hipóteses/justificativas/explicações.
	Analisar os dados.
	Utilizar diferentes formas de determinação da variação de entalpia.
	Esboçar uma forma de calcular a velocidade da reação.
	Elaborar um relatório/texto.
4. Compreensão e organização conceitual da informação	Elaborar um relatório/texto.
	Nomear compostos orgânicos.
	Aplicar as fórmulas gerais dos hidrocarbonetos.
	Confeccionar um diagrama de conceitos.
	Utilizar diferentes formas de determinação da variação de entalpia.
	Esboçar uma forma de calcular a velocidade da reação.
5. Comunicação da informação	Elaborar um relatório ou texto.
	Utilizar ferramentas da <i>web</i> .
	Postar o relatório.
	Argumentar sobre determinados temas.
	Discutir as implicações relacionadas à utilização de combustíveis.

Fonte: Elaborado pela autora.

Nas próximas seções, é apresentada a análise de conteúdos procedimentais: desenvolvidos nas atividades experimentais das unidades de Termoquímica e de Cinética Química e dos relacionados à representação de gráficos e diagramas, com base nas questões da avaliação trimestral sobre Termoquímica e Cinética Química.

Conteúdos procedimentais das atividades experimentais

A análise que é apresentada está baseada na aula 10 da unidade sobre Termoquímica e nas aulas 1 e 2 da unidade sobre Cinética, quando foram feitas atividades experimentais em grupo.

Na atividade de Termoquímica, o objetivo era determinar a variação de entalpia da reação de decomposição do peróxido de hidrogênio. Já na atividade de Cinética, os objetivos eram: calcular a velocidade de decomposição da reação do

comprimido efervescente e identificar e compreender os fatores que afetam a velocidade das reações.

Para análise das atividades, serão utilizados os materiais produzidos pelos alunos e o diário de pesquisa da professora.

Através de experimentos, muitos procedimentos podem ser desenvolvidos: observação, coleta de dados, análise dos dados, construção de relatórios, dentre outros. A classificação de conteúdos procedimentais construída anteriormente é retomada, selecionando àqueles relacionados às atividades experimentais em questão (Quadro 11).

Quadro 11 - Classificação dos procedimentos desenvolvidos nas atividades experimentais de Termoquímica e Cinética

Tipos de procedimentos	Conteúdos procedimentais
1. Aquisição da informação	Executar o experimento conforme o roteiro.
	Coletar os dados.
	Utilizar ferramentas da <i>web</i> .
2. Interpretação da informação	Elaborar uma forma de calcular a velocidade da reação.
	Elaborar explicações.
3. Análise da informação e realização de inferências	Analisar os dados.
	Elaborar uma forma de calcular a velocidade da reação.
	Elaborar explicações.
4. Compreensão e organização conceitual da informação	Elaborar um relatório.
5. Comunicação da informação	Elaborar um relatório.
	Postar um relatório no <i>site</i> FISQUIM.

Fonte: Elaborado pela autora.

As atividades experimentais analisadas, bem como as demais que foram desenvolvidas durante as unidades, constituem a primeira fase de treinamento técnico.

Pozo e Gómes Crespo (2009) entendem que a aquisição de procedimentos está baseada em uma sequência que vai do estabelecimento de um conhecimento técnico, utilizando rotinas e exercícios, até a utilização estratégica dessas técnicas para enfrentar problemas. Os autores identificam quatro fases, conforme Quadro 12.

Quadro 12 - Fases no treinamento procedimental

Fases no treinamento procedimental: da técnica à estratégia		
Treinamento	Fase	Consiste em
Técnico	Declarativa ou de instrução	Proporcionar instruções detalhadas da sequência de ações que deve ser realizada.
	Automatização ou consolidação	Proporcionar a prática repetitiva necessária para que o aluno automatize a sequência de ações que deve realizar, supervisionando a execução.
Estratégico	Generalização ou transferência de conhecimento	Colocar o aluno para enfrentar situações cada vez mais novas e abertas, de maneira que ele seja obrigado a tomar cada vez mais situações.
	Transferência de controle	Promover no aluno a autonomia no planejamento, na supervisão e na avaliação da aplicação de seus procedimentos.

Fonte: (POZO; CRESPO, 2009).

As atividades experimentais iniciam com “a apresentação de algumas instruções e/ou um modelo de ação” (POZO e CRESPO, 2009, p. 54). Nas atividades analisadas, as instruções foram apresentadas aos alunos na forma de um texto, com uma sequência de ações a serem realizadas.

A seguir, são apresentadas considerações sobre as atividades experimentais de Termoquímica e Cinética, de forma separada.

Atividade experimental de Termoquímica

Antes da realização da atividade experimental, os alunos apresentaram os calorímetros. Para a construção deste instrumento, os alunos deveriam pesquisar formas de construção de um calorímetro utilizando ferramentas de pesquisa da *web*. A tarefa de apresentação dos calorímetros não representou dificuldades para os alunos, visto que os instrumentos foram construídos da mesma maneira.

Em seguida, os alunos e a professora se dirigiram ao laboratório para executar a atividade experimental.

“Entreguei para eles o roteiro, o que deveriam fazer, li com eles e tentei enfatizar o que era primordial para se cuidar - que o termômetro ficasse em contato com a solução, que eles esperassem que ocorresse o equilíbrio térmico para anotar a temperatura...” (Diário da aula 10 e 11 - Termoquímica).

Através da análise do trecho do diário, entende-se que a mediação da professora é importante, considerando que mesmo com a sequência de ações disponível, os alunos ainda necessitam de auxílio da professora.

Além disso, a partir da execução do experimento, os alunos deveriam elaborar um relatório da atividade experimental e responder questões, cujas respostas serão analisadas ao longo do presente texto.

Com relação à aquisição da informação, os alunos perceberam que, após a adição do fermento biológico, ocorria a formação de bolhas na solução. O aluno 1 até sugeriu adicionar corante na solução para ficar bonito.

Na coleta de dados do experimento, eles anotaram a temperatura da solução de peróxido de hidrogênio, conforme solicitação da professora, e também perceberam o aumento da temperatura após a adição de fermento biológico.

“No sistema dos meninos, a temperatura começou a aumentar primeiro. O das meninas não aumentava. (...) Como no calorímetro dos meninos, a temperatura estava aumentando mais, as meninas começaram a usar outra técnica de agitação. Começaram a agitar o calorímetro mexendo-o de um lado para o outro. Funcionou! A agitação foi mais intensa e as meninas acharam emocionante o fato da temperatura de seu calorímetro também ter começado a subir. Achavam que fosse explodir” (Diário das aulas 10 e 11 - Termoquímica).

Os alunos, de forma autônoma, perceberam que a temperatura do sistema havia estabilizado e anotaram-na, coletando os dados do experimento.

Através dos dados dos relatórios da atividade experimental, entende-se que a variação de temperatura no sistema do grupo das meninas foi de 20°C. No grupo dos meninos, foi de 18°C.

Podem-se analisar os procedimentos de interpretação da informação, de análise da informação e a realização de inferências e a compreensão e organização conceitual a partir das respostas dos alunos para as questões.

A primeira questão solicitava a determinação do calor envolvido na decomposição do peróxido de hidrogênio, considerando os valores de densidade e calor específico da água.

Oito dos onze alunos mostraram o cálculo da quantidade de calor, como o apresentado na Figura 34. Em duas das respostas não foram colocadas unidades de medida.

Figura 34 - Cálculo do calor envolvido na decomposição do peróxido de hidrogênio apresentado pelo aluno 2

Relatório de química

a) $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$

$Q = 100 \cdot 1 \cdot 18$

$Q = 1800 \text{ cal}$

$m = d \cdot V$

$m = 1 \cdot 100$

$m = 100 \text{ g}$

$\Delta t = t_f - t_i / \Delta t = 40 - 20 = 20$

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O aluno 4 não apresentou o cálculo, mas descreveu o resultado no relatório: “1 grama de água necessita de 1 cal para elevar 1°C, no experimentado usado foram 100 mL de água, sendo que para aquecer 1°C necessitam de 100 calorias, como a variação foi de 18°C foram utilizadas 1800 cal” (Aluno 4).

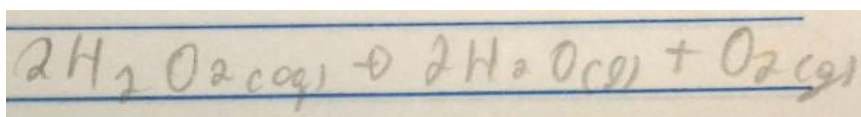
O aluno 7 utilizou o valor de variação de temperatura incorreto: 15°C. O resultado indica a falta de atenção do aluno na etapa de aquisição da informação. O aluno 5 considerou a densidade da água como 0,1 g/mL, fazendo o cálculo, assim como o aluno 7, a partir de dados incorretos.

A segunda questão da atividade solicitava a representação da reação que ocorre no calorímetro. Atkins e Jones (2012) identificam uma reação química como sendo uma mudança química, sendo que os materiais iniciais são chamados de reagentes e as substâncias formadas são chamadas de produtos. Para representar uma reação, usa-se uma flecha.

Pela lei de conservação das massas, sabe-se que a massa total é constante durante uma reação química. Logo, a expressão da reação química balanceada é denominada de equação química.

A representação de uma reação química para a reação de decomposição da água oxigenada foi apresentada apenas por dois alunos, dos oito que respondem a questão. A Figura 35 apresenta um exemplo de resposta dos alunos.

Figura 35 - Representação da reação de decomposição do peróxido de hidrogênio do aluno 11



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O aluno 3 escreveu “reação de decomposição” na resposta, identificando apenas o tipo de reação. O aluno 1 escreveu, por sua vez, que “o fermento esquenta a água destilada que ferve”. Constatam-se muitas incoerências na resposta do aluno: primeiramente, o trecho “o fermento esquenta” indica que o aluno evidenciou a mudança de temperatura do sistema, mas não conseguiu relacionar este dado à ocorrência de uma reação; em segundo lugar, o reagente utilizado é a água oxigenada, e não “água destilada”; em terceiro lugar, em “a água oxigenada que ferve”, a fervura, um tipo de vaporização, não é uma mudança química, não indica a ocorrência de uma reação. Entende-se que o aluno 1 apresenta dificuldades em

utilizar a linguagem da Química: os termos “esquenta” e “ferve” poderiam ser substituídos por “reage” e “ocorre efervescência”.

Quatro alunos escreveram que o produto da reação era a água oxigenada e o reagente o fermento. Os alunos podem entender que a água oxigenada foi formada após a adição de fermento, o reagente. Outra hipótese é que os alunos não compreendem as diferenças entre reagentes e produtos.

Além da resposta estar incorreta, constata-se que os alunos não utilizaram ferramentas de pesquisa da internet ou outros materiais para buscarem a representação da reação de decomposição do peróxido de hidrogênio, analisando neste sentido o procedimento de aquisição da informação.

A terceira questão da atividade solicita que alunos cite erros que podem ocorrer no experimento. As respostas dos alunos foram categorizadas, conforme a análise de conteúdo (BARDIN, 1977). Dezoito possíveis erros foram categorizados, conforme a Tabela 9.

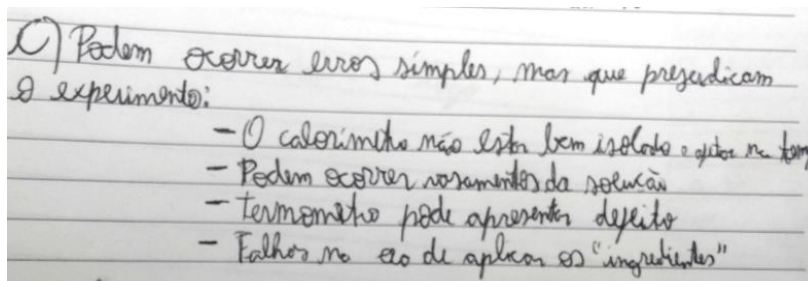
Tabela 9 - Categorização dos possíveis erros apontados pelos alunos durante a execução do experimento sobre Termoquímica.

Categorias das respostas	Número de respostas
1. Medida da temperatura	5
2. Influência da temperatura do ambiente	3
3. Vedação do calorímetro	3
4. Dados do outro grupo	2
5. Termômetro com defeito	1
6. Vazamento da solução	1
7. Reagentes	1
8. Nenhum	2

Fonte: Elaborada pela autora.

É importante mencionar que alunos poderiam citar mais de um erro. Como exemplo, na Figura 36, é mostrada a resposta do aluno 3, que escreve quatro possíveis erros para o experimento.

Figura 36 - Resposta do aluno 3 para os possíveis erros no experimento de Termoquímica.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

As categorias 2 e 3 da tabela estão relacionadas: a temperatura do ambiente irá afetar na medida da temperatura do calorímetro quando o mesmo não estiver bem vedado. Exemplos de respostas que englobam essas categorias são descritas a seguir:

O calorímetro não está totalmente vedado, ocorre troca de calor do composto com o ambiente (Aluno 4).

A temperatura ambiente pode influenciar, isolamento térmico do calorímetro (Aluno 7).

A água destilada ferver demais ou não ferver, devido a temperatura do ar, que com o calorímetro não totalmente isolado pode ter contato com o ar (Aluno 2).

Na primeira categoria, os erros de medição da temperatura são apontados como possíveis falhas do experimento. A partir daí, questiona-se: Os alunos já utilizaram um termômetro? Os alunos sabem medir a temperatura?

A partir destas considerações, entende-se que, como os alunos ainda estão na fase de treinamento técnico, seja importante que o professor explique o procedimento de uso de instrumentos, como o termômetro. Além disso, a construção de um relatório de atividade experimental também poderia ser detalhada pelo professor, pois, nos relatórios, apenas oito alunos descreveram a atividade experimental.

Atividade experimental de Cinética

Na atividade de Cinética, após receberem o roteiro do experimento, os alunos ainda questionaram o que precisavam fazer na aula:

Depois seguimos para o laboratório (primeiro eu entreguei a técnica) e tentei organizar os materiais para cada bancada (eram três grupos). E dois alunos, de grupos diferentes, ainda me perguntaram: Ah, professora, o que nós precisamos fazer? Respondi para eles que deveriam ler a folha de experimentos entregue. E eles: Ah... (Diário da aula 1 - Cinética Química).

Considerando que é o professor quem deve proporcionar ao aluno os componentes técnicos das estratégias (POZO; CRESPO, 2009), o comportamento dos alunos mostra que era necessário que se explicasse verbalmente os passos da atividade experimental.

Com relação à aquisição da informação, os alunos apresentaram no relatório os dados coletados: registros fotográficos, bem como tempo de reação. Os alunos poderiam utilizar aparelhos celulares ou câmeras fotográficas para fazerem estes registros (Figuras 37, 38 e 39).

Figura 37 - Material apresentado pelo grupo 1 no relatório da atividade “Experimentando Química”



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 38 - Material apresentado pelo grupo 2 no relatório da atividade “Experimentando Química”



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 39 - Material apresentado pelo grupo 3 no relatório da atividade "Experimentando Química"



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O grupo 3 relatou a padronização da quantidade de água utilizada: 80 mL. Os demais grupos não descreveram esta quantidade. Esta situação poderia ser contornada a partir da definição, no roteiro, do volume de água.

Após executarem o experimento, ainda no laboratório, os alunos expuseram suas conclusões (Qual reage mais rápido: o comprimido esmagado ou o inteiro? Na água quente ou fria?), em uma folha, com o seguinte enunciado: "Você, ao fazer os experimentos, identificou alguns fatores que mudam a velocidade das reações. Cite os fatores identificados e elabore hipóteses que justifiquem porque estes fatores influenciam na velocidade".

Enfatiza-se que a atividade foi feita antes da construção do relatório e os alunos não haviam estudado, em sala de aula, os fatores que influenciam a velocidade das reações.

A tarefa descrita acima está relacionada à interpretação e análise da informação (resultados dos experimentos), bem como à realização de inferências (explicações relacionadas ao que ocorre nos experimentos).

Todos os alunos identificaram que as reações ocorreram de forma mais rápida no comprimido esmagado e na água quente, em comparação com o comprimido inteiro e água fria, respectivamente. Eles também elaboraram justificativas para esse resultado: sete responderam a questão individualmente e três cumpriram a tarefa de forma conjunta.

Nove explicações foram sobre o efeito da temperatura, conforme categorizado na Tabela 10.

Tabela 10 - Categorização das explicações sobre o efeito da temperatura na velocidade das reações - atividade experimental de Cinética Química

Relações com a água quente	Número de explicações
Agitação das moléculas	7
Fervura	2

Fonte: Elaborada pela autora.

Sete respostas mencionavam a agitação das moléculas de água: “*Quando a temperatura do solvente é maior, suas partículas se movimentam mais rápido, acelerando a efervescência do comprimido*” (Aluno 11). A partir desta categoria, entende-se que os alunos realizaram associações do nível macroscópico (aumento da velocidade da reação a partir do aumento da temperatura) com o submicroscópico (agitação das moléculas), justificando o fenômeno observado a partir de informações de natureza atômico-molecular.

Outras respostas mencionam que “*a água quente já foi fervida antes, logo é mais fácil a decomposição*” (Aluno 1) ou “*no experimento 2, a água está em processo de fervura, fervendo mais rapidamente o comprimido*” (Grupo).

Explicando o que ocorre no comprimido amassado, os alunos elaboraram oito respostas, categorizadas na Tabela 11.

Tabela 11 - Categorias das explicações sobre o efeito da superfície de contato na velocidade das reações químicas - atividade experimental de Cinética Química

Relações com o comprimido amassado	Número de explicações
Densidade, concentração e volume	5
Tamanho	3

Fonte: Elaborada pela autora.

Com relação à influência da superfície de contato, três respostas mencionam o tamanho das partículas: *“Quando esfarelamos o Sonrisal® ele também se dissolve mais rápido, pois as partículas já estão muito menor”* (Aluno 8). Outra hipótese faz referência ao tamanho dos pedaços de comprimido.

Cinco justificativas englobam os conceitos de densidade, concentração e volume, como na resposta do aluno 3: *“Foi também observado que o comprimido quebrado dilui mais rápido, isso ocorre, pois o volume e a concentração diminuem, quando ele está quebrado”*. O grupo explica que *“(…) o comprimido já está diluído, diminuindo a velocidade da reação”*. Constata-se uma confusão conceitual com relação à resposta do grupo, pois a velocidade da reação é aumentada, ao contrário do tempo de reação, que diminui.

Com relação ao procedimento de comunicação da informação, todos os grupos postaram os relatórios no *site*. Entretanto, constata-se a falta de conhecimento dos alunos com relação aos formatos de arquivo.

Comecei a aula colocando no quadro a instrução do relatório da aula do dia 11, que eles deveriam postar no FISQUIM até o dia 18 no link “Experimentando Cinética Química” um arquivo de, no máximo, 2 MB. Falei também que o arquivo poderia ser em .doc, .docx ou .pdf e que, se o arquivo ficar grande, eles poderiam convertê-lo para .pdf., pois isto iria fazer o tamanho diminuir.

[...] Dois alunos começaram a me perguntar o que era .pdf e como se fazia para salvar em .pdf. Confesso que fiquei um pouco espantada: “mas vocês não sabem o que é pdf?”. (Diário da aula 3 - Cinética Química).

A partir destas manifestações dos alunos, foi elaborado e disponibilizado na rede social *Facebook*, em um grupo destinado às publicações da turma, um tutorial

sobre como postar o relatório. Os alunos já haviam demonstrado dificuldades no *site*, conforme relatado no diário das aulas 3 e 4 sobre Cinética Química:

Começaram as reclamações sobre o site, que não entendiam o meu site, que era muito difícil... Ah, eram várias vozes... Várias vozes neste mesmo coro... Vários dizendo que não haviam conseguido fazer...

[...] O site não é algo de outro mundo... E considerando que eles mexem muito nas redes sociais, eu acreditava que eles poderiam ser mais fluentes tecnológicos (Diário da aula 4 - Cinética Química).

A fluência tecnológica está relacionada ao uso das TIC. Demo (2011) comenta que “muitos estudantes embarcam nas novas tecnologias, mas não conseguem usá-las de modo inteligente, crítico e criativo, enquanto muitos professores continuam desconectados e mesmo resistentes a elas” (p. 15).

Dessa forma, Libâneo (2010) cita objetivos pedagógicos do uso das novas tecnologias e dos meios de comunicação. A possibilidade de aprender sobre mídias e multimídias e de interagir com elas, bem como a preparação tecnológica comunicacional, estão dentre estes objetivos, e foram propiciados a partir da inserção do *site* FISQUIM nas aulas.

A partir dos relatórios entregues, é analisado se os alunos conseguiram identificar os reagentes, os produtos e a reação que ocorre no comprimido efervescente, bem como a forma de calcular a velocidade do processo, que estão relacionados ao procedimento de interpretação, análise, compreensão e organização conceitual da informação.

Moran (2012) explica que saber pesquisar, escolher, comparar e produzir novas sínteses, individualmente ou em grupo, como proposto na construção do relatório da atividade experimental, “é fundamental para ter chances na nova sociedade que estamos construindo” (p. 12).

Os alunos do grupo 1 identificaram o comprimido como soluto e a água como solvente, descreveram que o comprimido se decompõe na água e que a velocidade da reação é de 52 segundos, considerando-a rápida.

O grupo 2 também relaciona o comprimido ao soluto e a água ao solvente. O produto é $\text{NaH}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ (dihidrogenocitrato de sódio), H_2O (água) e CO_2 (dióxido de

carbono). Para eles, o comprimido efervescente, em contato com água, produz uma reação química que libera gás carbônico e a velocidade de reação mencionada foi de 53 segundos.

Já o grupo 3 entende como reagentes do processo: o comprimido efervescente e a água. Já os produtos citados englobam o ácido carbônico, que se decompõe formando água e dióxido de carbono (CO_2).

Quando o grupo explica a reação, cita-se o bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e um ácido, ambos presentes no comprimido, que reagem entre si produzindo o ácido carbônico, que se decompõe formando água e dióxido de carbono (CO_2). O gás carbônico é liberado sob a forma de bolhas. Na velocidade da reação, o tempo é citado: 42 segundos.

A análise das respostas indica que os alunos dos grupos 2 e 3 utilizaram ferramentas da *web* para a compreensão e organização conceitual da informação, pesquisando reagentes e produtos do processo.

Com relação à velocidade da reação, constatou-se que os grupos não pesquisaram a forma de calcular a velocidade, e a associaram ao tempo de reação.

A partir da análise dos resultados das atividades experimentais, questiona-se: Quais são os elementos desenvolvidos através dos experimentos? O que pode ser revisto nestas atividades?

O primeiro tópico a ser explorado, a partir dos resultados, não é novidade nas pesquisas da área: a importância da experimentação no ensino.

As atividades experimentais podem ser utilizadas para facilitar o desenvolvimento de conceitos e gerar interesse pela ciência (LIMA; MARCONDES, 2005). Portanto, possuem caráter lúdico e motivador para a aprendizagem. Além disso, as atividades experimentais podem estimular o caráter investigativo, a tomada de decisões e a aprendizagem colaborativa (GIORDAN, 1999).

As atividades experimentais vivenciadas são classificadas como de treinamento técnico (POZO; GÓMES CRESPO, 2009). Essa classificação vem ao encontro do que Borges (2002) denomina como laboratório tradicional, onde as atividades ocorrem no formato de exercício, com roteiro pré-definido e restrito grau de abertura do experimento, que tem como objetivo comprovar leis, sendo que os alunos devem ter certo compromisso com o resultado do experimento.

Apesar de utilizarmos, nas atividades, um roteiro contendo uma sequência de ações para ser realizada, a solicitação de auxílio da professora era constante.

Algumas vezes, os estudantes ficaram em dúvidas com relação ao recipiente que poderia ser utilizado: “*Alguns me perguntaram algumas coisas básicas, como em qual recipiente/pote devo fazer, quanto de água devo colocar (pois não dizia)*” (Diário das aulas 10 e 11 - Termoquímica). Esta análise indica que os roteiros de atividade experimental deveriam ser revisados.

Uma alternativa para superar esses obstáculos seria a realização de atividades experimentais preliminares, nas quais fossem trabalhados problemas relacionados aos materiais de uso no laboratório de Química e o uso de instrumentos de medida.

Questões como “qual é o recipiente mais adequado para medir 200 mL de uma solução?” e “qual é forma adequada de utilizar um termômetro?” poderiam ser discutidas por professor e alunos.

Os experimentos, portanto, podem se planejados de acordo com a complexidade: do mais simples ao mais complexo. Nas ações iniciais, as explicações do professor são indispensáveis: deve explicar desde como utilizar um instrumento até como se elabora um relatório de atividade experimental.

O objetivo dessas atividades iniciais é a fase de treinamento estratégico (POZO; GÓMES CRESPO, 2009), denominada por Borges (2002) de atividades investigativas, onde os alunos precisam resolver problemas com variado grau de abertura, tendo total liberdade no planejamento das ações realizadas para explorar fenômenos. Nesta fase, os procedimentos já estão automatizados e os alunos têm autonomia para fazer suas escolhas.

Conteúdo procedimental de construção e interpretação de diagramas e gráficos

Um diagrama é uma representação gráfica de certos fatos, fenômenos ou relações científicas, sociais, econômicas ou mecânicas, por meio de figuras geométricas (pontos, linhas, áreas etc.) Também pode ser definido como gráfico ou esquema. Já o gráfico é entendido como representação gráfica, que envolve relações quantitativas.

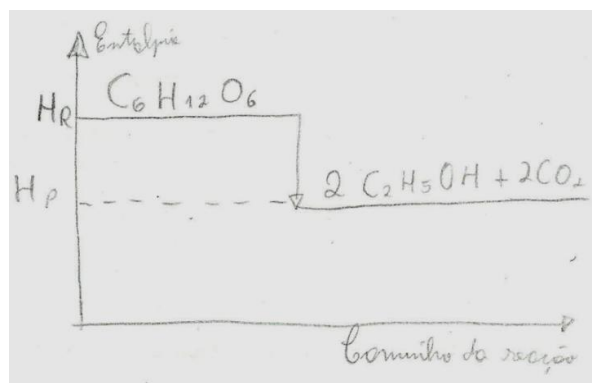
A decodificação de gráficos e tabelas, bem como a elaboração destes, é um procedimento que envolve a interpretação e a análise da informação: o aluno deve ser capaz de traduzir um código para outro e a informação gráfica requer procedimentos específicos que também devem ser treinados, com o propósito de conseguir nos alunos uma alfabetização gráfica cada vez mais necessária na sociedade em que vivemos (POZO; POSTIGO, 1994).

A construção e interpretação de gráficos e diagramas também envolvem um tipo de linguagem: a linguagem científica. Dentre as competências a serem desenvolvidas no ensino de Química, os PCNEM citam: ler e interpretar informações e dados apresentados com diferentes formas de linguagens ou formas de representação e a tradução da linguagem discursiva em outras linguagens usadas em Química, como gráficos, tabelas e relações matemáticas (BRASIL, 1999).

Os procedimentos de construir e interpretar diagramas ou gráficos são analisados a partir das respostas dos alunos para as questões 6, 10 e 11 da avaliação trimestral sobre Termoquímica e Cinética.

Na sexta questão da avaliação trimestral, o objetivo era representar uma equação termoquímica presente em qualquer questão da avaliação através de diagrama. A equação poderia ser escolhida pelo aluno. Apenas cinco alunos fizeram a representação. Dentre estes, apenas o aluno 11 construiu o diagrama de forma correta da reação de produção do álcool combustível (Figura 40).

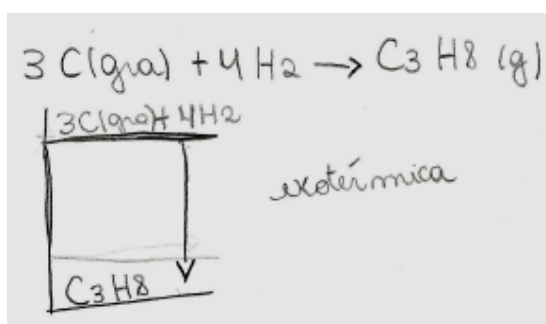
Figura 40 - Diagrama representado pelo aluno 11 na sexta questão da avaliação trimestral - Termoquímica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O aluno 1 faz a representação da reação de síntese do propano: reescreve a equação e ainda a identifica como um processo exotérmico. Entretanto, não identifica os eixos x e y (Figura 41).

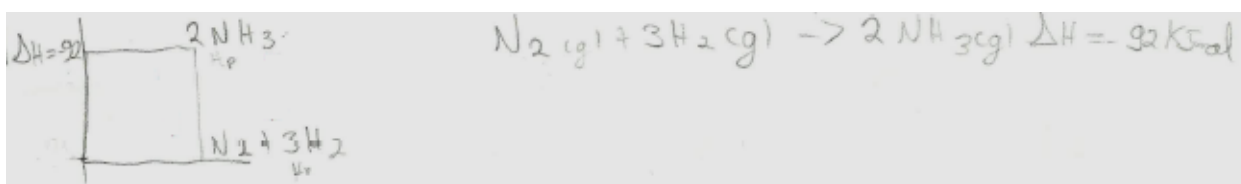
Figura 41 - Diagrama representado pelo aluno 1 na sexta questão da avaliação trimestral - Termoquímica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O aluno 8 construiu o diagrama utilizando a equação de síntese da amônia (Figura 42). Entretanto, trocou o lugar dos reagentes e produtos no diagrama, não indicou o sentido da reação e não identificou os eixos.

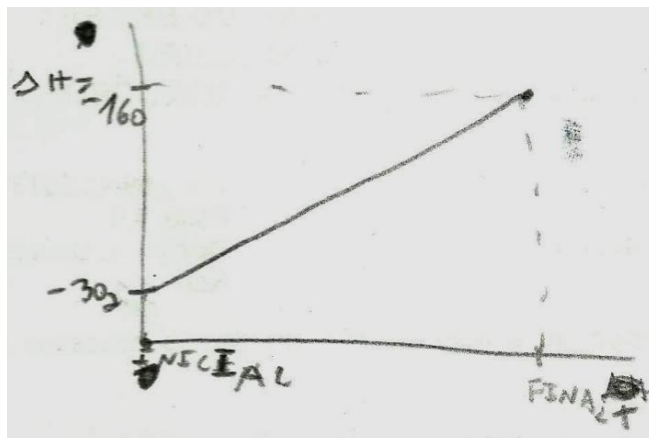
Figura 42 - Diagrama representado pelo aluno 8 na sexta questão da avaliação trimestral - Termoquímica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O aluno 4 utilizou formato de diagrama inadequado e considerou incorretamente a variação de entalpia (Figura 43).

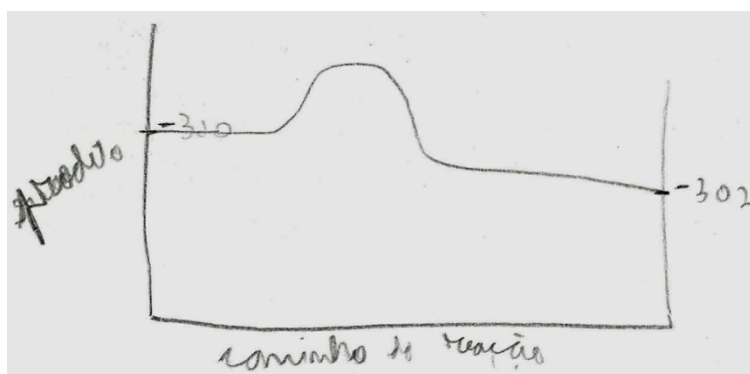
Figura 43 - Diagrama representado pelo aluno 4 na sexta questão da avaliação trimestral - Termoquímica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O aluno 5 confundiu a representação com as utilizadas no estudo de Cinética (Figura 44) e não identificou a reação.

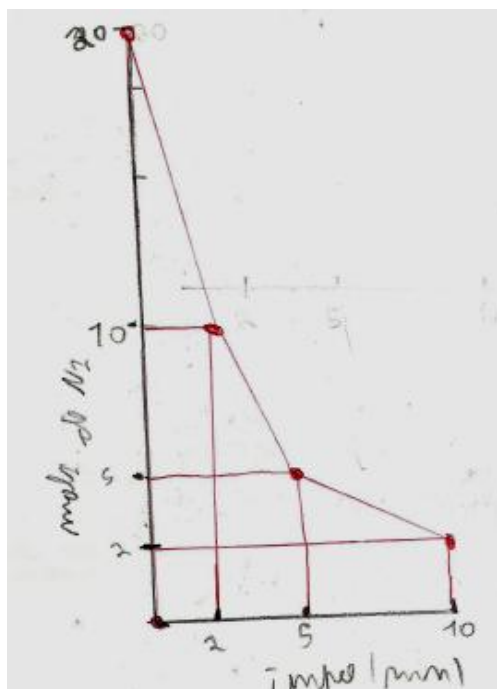
Figura 44 - Diagrama representado pelo aluno 5 na sexta questão da avaliação trimestral - Termoquímica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Com relação à décima primeira questão da avaliação, a terceira pergunta solicitava que os alunos representassem o gráfico para a reação. Apenas cinco alunos fizeram a questão. Três deles representaram corretamente o consumo de gás nitrogênio em relação ao tempo, como exemplificado na Figura 45, considerando as proporções no gráfico.

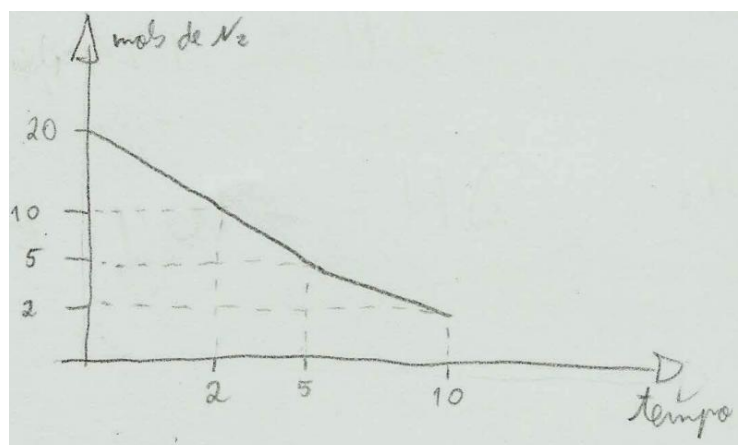
Figura 45 - Gráfico representado pelo aluno 5 na décima primeira questão da avaliação trimestral - Cinética



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Já o aluno 11 não considerou as proporções, nas demarcações do gráfico. Observe que a distância do ponto 2 no eixo x se assemelha a distância do ponto 10 no eixo y (Figura 46).

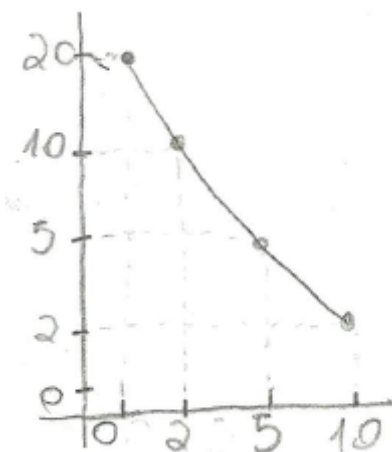
Figura 46 - Gráfico representado pelo aluno 11 na décima primeira questão da avaliação trimestral - Cinética



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O aluno 3 marca o ponto zero no gráfico incorretamente, não deu atenção às escalas e não identificou os eixos representados (Figura 47).

Figura 47 - Gráfico representado pelo aluno 3 na décima primeira questão da avaliação trimestral - Cinética

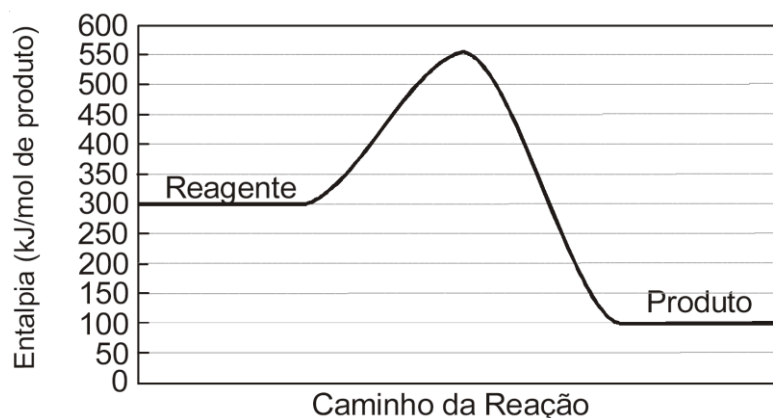


Fonte: Arquivo pessoal da autora.

A décima questão proposta na avaliação trimestral foi baseada nas questões do processo seletivo para ingresso na Universidade Federal do Rio de Janeiro e tinha como objetivo analisar a interpretação do diagrama de uma reação genérica Reagente \rightarrow Produto.

As perguntas solicitadas, resolvidas a partir da interpretação do diagrama, exigiam o cálculo da variação de entalpia, a classificação da reação como endotérmica ou exotérmica e que os alunos representassem o que ocorria no diagrama quando fosse adicionado na reação um catalisador.

Figura 48 - Diagrama da décima questão da avaliação trimestral - Cinética



Fonte: (UFRJ, 2002).

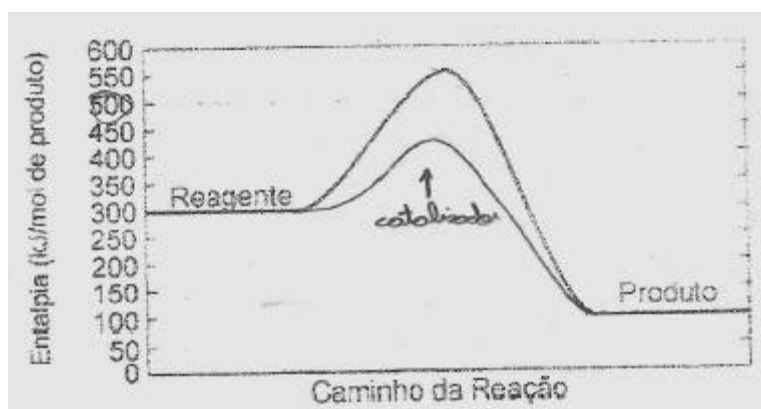
Para calcular a variação de entalpia de uma reação era necessário identificar os valores de entalpia para produto e reagente e realizar a seguinte operação: $\Delta H = H_{\text{produtos}} - H_{\text{reagentes}}$. Dos onze alunos, nove executaram o cálculo. Destes, sete alunos realizaram o cálculo de forma correta, interpretando no gráfico que a entalpia dos reagentes tinha o valor de 300 kJ/mol, e a dos produtos, 100 kJ/mol. Portanto, o valor encontrado foi -200 KJ/mol.

Entretanto, dois alunos trocaram os valores mencionados no cálculo da variação de entalpia (o resultado encontrado foi 200 kJ/mol). Dessa forma, como já mencionado na análise de outros conteúdos, alguns alunos possuem dificuldades em interpretar uma reação química.

Dos sete alunos que acertaram a primeira pergunta, apenas cinco conseguiram identificar a reação como um processo endotérmico.

Sete dos onze alunos representam no diagrama o que ocorre quando um catalisador é adicionado: o catalisador tem a função de diminuir a energia de ativação. Cinco alunos representaram de forma correta, como representado na Figura 49.

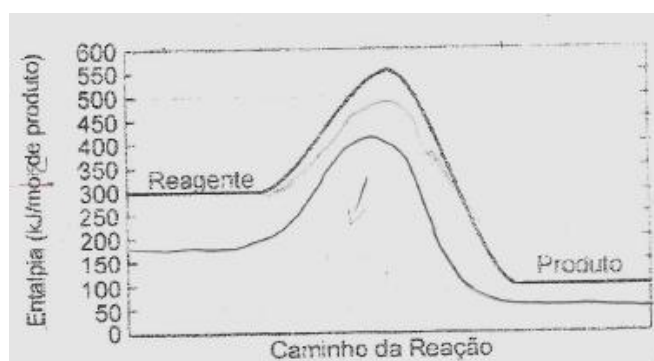
Figura 49 - Resposta do aluno 5 sobre o efeito da adição do catalisador na reação



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Na representação do aluno 1, entende-se que a presença do catalisador, além de diminuir a energia de ativação, também vai diminuir as energias dos produtos e dos reagentes. Dessa forma, o aluno 1 não possui entendimento completo da ação do catalisador durante a reação.

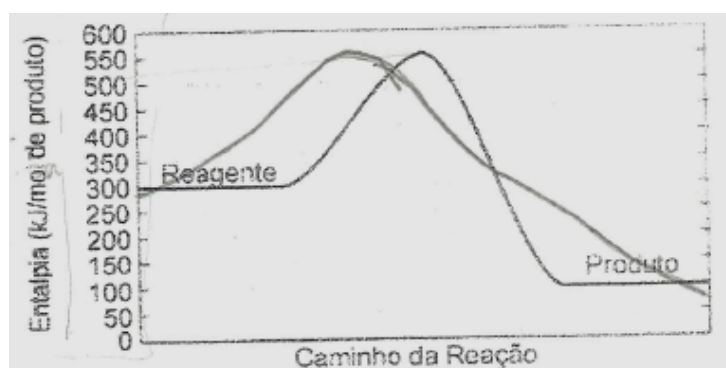
Figura 50 - Resposta do aluno 1 sobre o efeito da adição do catalisador na reação



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O aluno 3, na questão solicitada, constrói um novo tracejado para o gráfico, de forma incorreta. Percebe-se que as energias do reagente e do produto se assemelham ao gráfico original, e a energia de ativação necessária para ocorrer a reação também é a mesma. Dessa forma, o aluno 3 não compreendeu a função do catalisador.

Figura 51 - Resposta do aluno 3 sobre o efeito da adição do catalisador na reação



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Com relação à avaliação trimestral, mais da metade dos alunos não fizeram as questões 6 e 11. Os resultados da análise das questões apresentam as dificuldades dos alunos relacionadas à construção e interpretação de gráficos e diagramas. Poucas foram as representações corretas apresentadas pelos alunos nas questões 6 e 11. As dificuldades se resumem à identificação de reagentes e produtos e dos eixos x e y, bem como à representação das proporções no gráfico.

Se os alunos não conseguem identificar os reagentes e os produtos, eles não têm compreensão do significado de uma equação química. Esta dificuldade já foi mencionada na análise do princípio da conservação da energia. Dessa forma, enfatiza-se a necessidade de compreender conceitos e executá-los como procedimentos, ou seja, as relações entre conteúdos procedimentais e atitudinais.

Com relação aos eixos x e y, os alunos precisam entender as variáveis na construção de um gráfico. Já com relação às proporções no gráfico, estas envolvem relações entre quantidades. Dessa forma, no ensino de gráficos e diagramas, é necessário dar atenção à tradução de um código em outro.

O professor, portanto, precisa explicar a sequência de ações que compõem o procedimento. Além disso, os procedimentos relacionados à informação gráfica precisam ser treinados.

Finalizando, reitera-se a importância de ensinar procedimentos como a construção e a interpretação de gráficos: são conteúdos mais gerais do que os conceituais, sendo trabalhados também em disciplinas como Matemática e Física.

Resumo da avaliação dos conteúdos procedimentais

Os procedimentos relacionados às atividades experimentais podem ser caracterizados como de treinamento técnico, que objetivam a instrução e permitem a inserção dos alunos na fase de treinamento estratégico. Constatou-se que é importante o auxílio do professor durante a sequência de ações estabelecida no roteiro.

A maioria dos alunos teve dificuldades ou não representou os gráficos e diagramas, procedimento que envolve a interpretação e análise da informação. Nesse sentido, aponta-se para a necessidade de explicações por parte do professor, visto que este conteúdo procedimental também pode ser utilizado em outras situações e áreas.

4.2.3 Conteúdos atitudinais

Inicia-se esta seção com uma questão recorrente da prática docente: como avaliar as atitudes dos alunos? Em razão de sua natureza, seus componentes cognitivos, de conduta e afetivos, as atitudes são conteúdos complexos para se determinar o grau de aprendizagem (ZABALA, 1998).

O autor explica que a necessidade de quantificação, bem como a escassa experiência e trabalhos sobre a análise destes conteúdos, faz com que, “muitas vezes, se questione a necessidade de avaliar os conteúdos atitudinais pela impossibilidade de estabelecer avaliações tão 'exatas' como no caso de outros tipos de conteúdo” (ZABALA, 1998, p. 208, *aspas do autor*).

Pozo e Gómez Crespo (2009) complementam ao afirmar que as atitudes praticamente não têm sido objeto do ensino explícito, apesar da grande influência que possuem em relação ao processo de ensino e aprendizagem.

[...] as atitudes dos alunos, sua forma de se comportar na sala de aula e fora dela, seus valores, são alguns dos elementos que mais incomodam os professores em seu trabalho cotidiano, um dos sinais mais evidentes e incômodos dessa crise da educação [...] (POZO; GÓMES CRESPO, 2009, p. 30).

Como fonte utilizada para avaliação da aprendizagem das atitudes, Zabala (1998) cita:

[...] a observação sistemática de opiniões e atuações nas atividades grupais, nos debates das assembléias, nas manifestações dentro e fora da aula, nas visitas, passeios e excursões, na distribuição das tarefas e responsabilidades, durante o recreio, nas atividades esportivas, etc. (p. 209).

Ainda que não sejam ensinadas de forma explícita, ou justamente porque não são ensinadas, as atitudes constituem um obstáculo para o processo de ensino e aprendizagem. Professores mencionam a falta de disciplina - falta de educação dos alunos, o pouco valor que concedem ao conhecimento e, sobretudo, a falta de interesse pela ciência e pela aprendizagem (POZO; GÓMES CRESPO, 2009).

Que os alunos não sejam capazes de fazer cálculos estequiométricos depois de estarem trabalhando nisso durante a semana é frustrante, mas que nem sequer tentem fazê-los e que fiquem fazendo piadas ou lançando papéis enquanto se explica como devem fazer é arrasador (POZO; GÓMES CRESPO, 2009, p. 30).

A falta de interesse, apontada por Pozo e Gómez Crespo (2009) é um obstáculo para o processo de ensino e aprendizagem e foi vivenciada na presente pesquisa, como relatado no diário de aula da professora:

“Falei para os alunos que, já que fazia muito tempo que tínhamos feito os últimos exercícios, iríamos fazer mais alguns exercícios. Entreguei-os e falei que eles eram para começar a fazer, que eu passaria nas classes para ajudá-los. Os meninos conversaram, ninguém se “mexeu” e daí eu comecei dicas sobre o exercício 2” (Diário da aula 12 - Termoquímica).

Considerando a importância das atitudes para o êxito do processo de ensino e aprendizagem, ao longo desse texto, serão analisados os conteúdos atitudinais “participar e contribuir com o grupo” e “responsabilidade”, utilizando trechos do diário de aula e pesquisas da área.

Na escola onde a pesquisa foi realizada, era formalizado que 20% da nota do trimestre seriam oriundas da avaliação denominada qualitativa, onde as atitudes dos alunos deveriam ser analisadas, conforme Quadro 13.

Quadro 13 - Critérios da avaliação qualitativa

Avaliações qualitativas
Interage com o outro de forma cooperativa, apresentando um comportamento adequado, respeitando colegas e professor.
Associa os conhecimentos adquiridos com a realidade vivenciada, participando e realizando todas as atividades em sala de aula, tendo o material completo.
Interage com autonomia freqüentando com assiduidade e pontualidade as aulas.
Demonstra responsabilidade no cumprimento das atividades solicitadas, entregando-as nos prazos determinados, temas e trabalhos.

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

No dicionário Aurélio, cooperação está relacionada ao ato de cooperar, colaboração, prestação de auxílio para um fim comum e solidariedade. Quando o aluno participa da atividade e contribui para o grupo, ocorrem momentos de conversa, questionamentos e explicações. Portanto, Machado e Mortimer (2012) enfatizam a importância do diálogo estabelecido durante os trabalhos:

As discussões estabelecidas entre os alunos organizados em grupos, sem a presença do professor, são fundamentais para que aprendam conceitos, aprendendo a falar com e sobre eles. Além disso, no grupo o aluno tem a oportunidade de confrontar suas opiniões com as dos colegas, algo que muitas vezes ocorre com alunos mais tímidos nas discussões entre toda a classe, organizadas pelo professor (p. 38).

Com relação à cooperação, o trecho do diário a seguir mostra a falta de comprometimento dos alunos durante a execução da atividade:

“As meninas estavam mais dedicadas; os meninos, não. Estavam agitados, gritavam uns com os outros, todos queriam fazer ao mesmo tempo: um bagunça! Precisei chamar atenção algumas vezes” (Diário das aulas 10 e 11 - Termoquímica).

Outros trechos mostram também características dos grupos:

“O aluno 7 gosta de ter o controle do experimento, o aluno 3 prefere a execução, o aluno 4 auxilia no que for necessário educadamente, o aluno 5 gosta de bagunçar, o aluno 6 observa mas não se envolve (...). Tão perdidos e desatentos que o aluno 3 chegou a me perguntar se era para misturar a água direto na gasolina” (Diário das aulas 13 e 14 - Química Orgânica).

Durante o trabalho em grupo, percebe-se, por vezes, a falta de comprometimento/ responsabilidade com o grupo e com a atividade proposta. Mas afinal, o que é responsabilidade? No dicionário Aurélio, qualidade de responsável; que responde por atos próprios ou de outrem; que deve satisfazer os seus compromissos ou os de outrem.

Desenvolver a responsabilidade nos alunos, tanto com relação aos prazos para a realização das atividades como com a própria aprendizagem, é um desafio para a turma em questão.

Os relatos extraídos do diário de aula evidenciam esta dificuldade. No primeiro relato, extraído da aula 5 sobre Termoquímica, são questionadas as dificuldades de motivar os alunos:

“Algumas questões surgem a partir desta aula: Como fazer com que os alunos sejam mais interessados? Como desenvolver neles a responsabilidade com relação à própria aprendizagem?” (Diário da aula 5 - Termoquímica).

No trecho extraído das aulas 8 e 9 sobre Termoquímica, é mencionado que apenas dois alunos tentaram fazer as tarefas deixadas para serem feitas em casa:

“Decepção, esta é a palavra! Apenas duas alunas fizeram um pouco dos exercícios que foram deixados como tarefa na aula anterior” (Diário das aulas 8 e 9 - Termoquímica).

O trecho a seguir mostra a displicência dos alunos com relação aos prazos de entrega das tarefas:

“Também falei para eles que poderiam ter feito a tarefa antes, que não precisariam ter deixado para o último dia e tal. Eles tentaram se explicar, falando que era tal dia, que eles eram brasileiros” (Diário das aulas 1 e 2 - Cinética Química).

“Os alunos deveriam entregar o trabalho de pesquisa. Apenas três entregaram. Dois me procuraram via face na quinta-feira a noite para dizer que não estavam conseguindo fazer o trabalho. Pois é, dá pra acreditar nisso, pois não é um trabalho para se fazer em apenas algumas horas no último, veja bem, no último dia. Fiquei decepcionada - Por que deixar para a última hora?” (Diário das aulas 17 e 18 - Química Orgânica).

Como pode ser analisado através dos trechos descritos do meu diário, muitas vezes foi necessário modificar o planejamento em razão da falta de comprometimento e interesse dos alunos.

Também foi analisada a entrega das atividades no FISQUIM no prazo determinado (Tabela 12).

Tabela 12 - Entrega de atividades do *site* FISQUIM

Atividades do FISQUIM	Alunos										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
“Aprendendo Termoquímica”	X	X		X			X	X	X		
“Experimentando Cinética Química”	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
“E aí?”	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X

Fonte: Elaborada pela autora.

Com relação à entrega do trabalho de pesquisa sobre os compostos orgânicos no cotidiano, apenas os alunos 2, 4 e 7 cumpriram o prazo estabelecido.

Entretanto, se deve considerar que as atitudes são passíveis de mudança e complexas: se o aluno não entregou uma avaliação uma vez, não há como afirmar

que ele seja irresponsável. Ao mesmo tempo em que a escola, os professores e a própria prática são afetadas por variáveis, os alunos também são.

Dessa forma, as atitudes são construídas ao longo da vida: Zabala (1998) afirma que “aprendeu-se uma atitude quando a pessoa pensa, sente e atua de uma forma mais ou menos constante frente ao objeto concreto a quem dirige essa atitude” (p. 47).

A partir dessas considerações, questiona-se: como mudar a situação apresentada e tantas outras que ocorrem na prática educativa? Como fazer com que os alunos tenham mais interesse? Como fazer com que os estudantes se sintam responsáveis por sua própria aprendizagem?

Respondendo às perguntas, o currículo de atitudes deve ser um propósito educacional, como apontam Pozo e Gómez Crespo (2009).

Esta intenção caracteriza um desafio da prática docente: “o problema é que essas atitudes dificilmente vão mudar, aproximando-se mais daquilo que os professores esperam deles, se não houver um propósito educacional, deliberado e intencional de mudá-las” (p. 30),

Os autores também destacam metas do currículo:

Promover nos alunos certos valores relacionados com a natureza da ciência e suas implicações sociais, mas também outros relacionados com a atividade do aluno na sala de aula, suas relações com seus colegas e seus professores e, fora da escola, relacionados com a sociedade e com a forma de resolver os problemas que a vida social apresenta (POZO; GÓMES CRESPO, 2009, p. 32 e 33).

A organização das atividades didáticas pelo professor pode influenciar nas atitudes dos alunos: o ensino contextualizado é uma possibilidade de integrar os conhecimentos químicos às vivências dos alunos. Entretanto, as atitudes dos alunos em sala de aula, em termos de cooperação com os colegas, responsabilidade e respeito também deve ser um objetivo do ensino de Química.

Além disso, pode ser incorporado nas aulas o ensino de atitudes científicas. Nesse sentido, Pozo e Gómez Crespo (2009) explicam que as atitudes científicas envolvem curiosidade, indagação e autonomia, e não podem ser associadas “à aplicação cega de alguns procedimentos preestabelecidos” (p. 37).

Os autores mencionados diferenciam as atitudes em: com respeito à ciência, com respeito à aprendizagem da ciência, e com respeito às implicações sociais da ciência.

As atitudes com respeito à ciência envolvem o rigor, a atitude crítica e reflexiva, promovendo uma concepção relativista e histórica do conhecimento científico. Com relação à aprendizagem da ciência, envolvem atitudes de busca da aprendizagem de modo construtivo. Já as atitudes com respeito às implicações sociais da ciência exigem que o aluno adote posições com respeito aos usos da ciência e suas conseqüências (POZO; GÓMES CRESPO, 2009).

Dessa forma, é importante que o professor tenha explícito as atitudes científicas que podem ser abordadas nas aulas de Química, promovendo-as.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa construída nessa tese busca responder a seguinte questão: **De que maneira pode ocorrer a articulação dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em unidades didáticas de Química, considerando os condicionantes da prática docente?**

Para isso, apresento uma pesquisa, construída a partir da minha prática docente em uma turma de ensino médio de uma escola da região central do Rio Grande do Sul, caracterizada como uma pesquisa-ação, que teve como objetivo a melhoria da prática educativa.

Dessa forma, a construção é desenvolvida a partir das seguintes etapas:

- A descrição do contexto da pesquisa e caracterização dos condicionantes da prática docente;
- O planejamento das unidades didáticas sobre Termoquímica, Cinética Química e Química Orgânica, com base em uma análise prévia das pesquisas da área de Ensino e nos condicionantes da prática docente;
- A implementação das unidades didáticas;
- A análise das unidades com relação ao desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais;
- A avaliação dos conteúdos, relacionando os materiais de pesquisa e os referenciais da área e buscando a reflexão da prática docente e o replanejamento das atividades propostas.

Com relação à revisão das pesquisas da área, cinquenta artigos foram analisados: treze relacionados à Termoquímica, quatorze à Cinética e vinte e três à Química Orgânica. Os objetivos das investigações apresentadas nesses artigos englobam revisões de conceitos, descrição de atividades experimentais e propostas de utilização de temas nas atividades didáticas.

A utilização das pesquisas apresentadas pelos artigos em sala de aula depende da minha escolha, que, por sua vez, está relacionada aos condicionantes da prática.

Nesse sentido, compreender a intervenção pedagógica engloba a análise das seguintes etapas: o planejamento, a implementação e a avaliação. Com relação ao planejamento, as unidades didáticas foram planejadas com base nas seguintes

atividades didáticas: explicações, exercícios, experimentos, tarefas no *site* FISQUIM, atividades de pesquisa na internet e uso de vídeos em sala de aula.

Escolhi analisar o meu planejamento em função dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, caracterizados por Coll *et al* (1998), Zabala (1998) e Pozo e Gómez Crespo (2009). Dessa forma, fiz a construção de uma síntese das unidades em função dos conteúdos: os conteúdos foram identificados e caracterizados conforme as atividades didáticas.

Os resultados dessa síntese apontam as possibilidades de integração dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, de forma díspar, em razão dos condicionantes da prática docente e da estrutura curricular do ensino.

Dessa forma, os conteúdos conceituais e procedimentais foram trabalhados de forma integrada ao longo das unidades, como pode ser analisado nos quadros apresentados no Capítulo 4. Por exemplo, proponho a compreensão do princípio da conservação da energia (conteúdo conceitual) associado à utilização de diferentes maneiras para fazer o cálculo da variação da entalpia (conteúdo procedimental). Ao realizarem experimentos, os alunos executaram a prática conforme o roteiro, realizaram observações e analisaram os dados (conteúdos procedimentais), integrado ao estudo da velocidade da reação e os fatores que afetam essa taxa (conteúdos conceituais).

As atitudes (que englobam respeito, responsabilidade, participar e contribuir para o grupo), por sua vez, constituem o conteúdo mais fluido nas aulas e de grande influência na aprendizagem de conteúdos conceituais e procedimentais e nas atividades propostas por mim. Além disso, as atitudes nem sempre constituem conteúdos explícitos no planejamento e, portanto, são difíceis de avaliar.

A forma de abordagem dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais está associada ao tipo de atividade: nas aulas, onde se problematiza o conhecimento utilizando situações-problema, os conteúdos de maior ênfase são os procedimentais e os atitudinais; nas atividades experimentais, os conteúdos prioritários são os procedimentais e os conceituais; quando a atividade está baseada nas minhas explicações, os conteúdos trabalhados se concentram nos conceituais.

Da mesma forma, constato que é difícil distinguir os três conteúdos durante a aplicação das unidades didáticas. Nesse sentido, o professor, na prática de sala de aula, não tem consciência das possibilidades de articulação entre os conteúdos.

A avaliação dos conteúdos das unidades didáticas pode ser feita a partir da busca de relações entre as avaliações e os materiais produzidos pelos alunos, o meu planejamento e o meu diário de aula e os referenciais da área, bem como a revisão dos artigos, buscando interpretar o que acontece nas aulas e avaliar a prática educativa como um todo.

A partir da análise e discussão dos resultados da avaliação dos conteúdos apresentada no Capítulo 4, pude enfatizar dois aspectos.

O primeiro aspecto refere-se ao tipo de questão utilizada na avaliação, porque, em determinados conteúdos conceituais, não se pode ter indícios do que os alunos pensaram para resolver determinada questão. Quando é solicitado aos alunos que apenas diferenciem fenômenos endotérmicos e exotérmicos, a resolução apresentada não indica quais relações são construídas, quais são as suas compreensões sobre os aspectos atômico-moleculares, quais são esquemas de conhecimento desenvolvidos pelos alunos ao longo do processo de ensino e aprendizagem.

Dessa forma, é necessária a reformulação das questões, sendo que estas devem exigir a elaboração de hipóteses ou justificativas. Na situação descrita acima, por exemplo, além de classificar as situações apresentadas em fenômenos endotérmicos e exotérmicos, os alunos também poderiam explicar porque fizeram tais escolhas, quais conexões utilizaram.

Relaciona-se também a este aspecto o uso de problemas em sala de aula, onde se exige que os alunos ativem conhecimentos conceituais específicos, bem como o domínio de técnicas e estratégias. Os alunos, portanto, precisam aplicar os conceitos estudados em diferentes contextos.

Nesse sentido, os roteiros utilizados durante as atividades experimentais poderiam também ser reformulados, promovendo atividades de treinamento estratégico. Em vez de apresentar uma lista de ações que deveriam ser feitas sequencialmente e perguntas a serem respondidas ao final do experimento, podem-se propor problemas, a fim de que os alunos necessitem estabelecer hipóteses e planejar as etapas que precisam ser desenvolvidas para resolvê-los.

Enfatizo, entretanto, a importância das vivências relacionadas ao treinamento técnico, conforme define Pozo e Gómez Crespo (2009), associado à manipulação de

equipamentos, vidrarias e reagentes e realização de medidas de volume, massa e temperatura, em momento anterior à atividade experimental de caráter investigativo.

O segundo aspecto que emergiu da análise e discussão dos resultados é a inserção do nível submicroscópico nas atividades das unidades: o que os alunos entendem sobre a influência da temperatura na velocidade da reação considerando átomos e moléculas? Como os alunos explicam uma reação de combustão em termos de reagentes e produtos?

A partir destes e de inúmeros questionamentos, reitero a necessidade do professor abordar fenômenos, reações e sistemas, considerando o nível submicroscópico, os modelos que procuram explicar a constituição da matéria. Dessa forma, antes de iniciar essa abordagem, é importante que o professor investigue os conhecimentos prévios de seus alunos e proporcione atividades que permitem a compreensão, a revisão e a construção de esquemas de conhecimento de forma gradual, alcançando, portanto, a aprendizagem.

A partir dessas considerações, retoma-se o título dessa tese: **Unidades didáticas de Química e prática docente: quais relações?**

As relações entre unidades didáticas e prática docente iniciam a partir de seus pressupostos iniciais. Portanto, questiono: Qual é a natureza dessas unidades? Qual é a natureza dessa prática?

As unidades didáticas analisadas ao longo da tese foram planejadas por mim, uma professora iniciante, de uma escola particular, que tinha como objetivos trabalhar os conteúdos que são avaliados nos processos de seleção para o ensino superior.

Os tópicos de Química foram divididos nas unidades, ou seja, trabalhados de forma separada. A avaliação era padronizada: ao final de cada trimestre, uma prova era aplicada. Ao analisar as avaliações, preocupava-me com o resultado final, com a resposta correta, e não com o processo, com o que o aluno precisava entender para chegar aos resultados.

Esses apontamentos indicam a minha concepção de ensino e aprendizagem, que é influenciada pelo que denomino no trabalho de condicionantes da prática: os alunos, a instituição e o próprio professor, que se relacionam entre si. Os condicionantes estão associados ao contexto da pesquisa e determinam as ações do professor em sala de aula.

Ao olhar para os meus materiais de pesquisa, buscando uma maneira de analisá-los, ao reler meu diário de aula, ao examinar meu planejamento e os materiais produzidos pelos alunos, ao vivenciar todo o processo de construção da tese, as minhas concepções, relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem, tornaram-se explícitas, proporcionando-me mudar.

Isso se deve à minha atitude reflexiva sobre minha prática. Quando analisei os meus materiais de pesquisas, associando-os aos referenciais da área, busquei interpretar minhas aulas a partir da relação entre “teoria e prática”. Denomina-se “teoria” os elementos encontrados nos referenciais da área, como documentos, artigos, orientações, que fazem com que o professor revise sua prática docente, adquirindo um novo olhar para os materiais de pesquisa. A “prática”, por sua vez, relaciona-se ao exercício da docência, às vivências da prática docente.

Essa análise, tanto em função das unidades didáticas como em relação às possibilidades de aprendizagens, possibilitou a revisão de aspectos das unidades e da prática docente.

Com relação ao replanejamento das atividades, proponho o planejamento de uma unidade unificada, na qual são contemplados, de forma conjunta, os conceitos, procedimentos e atitudes relativos à Termoquímica, à Cinética Química e à Química Orgânica. Uma possibilidade de reorganização das unidades é a partir de temas estruturadores, apresentados nos PCN+.

No caso da minha prática docente, cito a minha preocupação com o processo de ensino e aprendizagem, com o que o aluno compreende e com as relações entre os níveis de conhecimento.

Dessa forma, a relação entre as unidades e a prática docente foi se modificando ao longo do tempo. As reflexões apresentadas indicam o desenvolvimento profissional do professor, que é contínuo ao longo de sua trajetória docente.

Dentre as perspectivas futuras, menciono o trabalho integrado às outras disciplinas como destacado na análise dos resultados como, por exemplo, a Física, no ensino de Termoquímica, e a Biologia, no ensino de Química Orgânica.

Além disso, enfatizo a importância da vivência de processos reflexivos quando o professor ainda está em formação inicial nas disciplinas relacionadas ao estágio curricular. É importante que os cursos de formação de professores

proporcionem que o licenciando, durante o estágio, tenha o acompanhamento do professor formador, nos processos de inserção da escola, de planejamento e implementação de atividades, de discussão de resultados e práticas, de troca de experiências. O licenciando, portanto, precisa vivenciar e compreender a intervenção pedagógica.

Um instrumento que pode auxiliar nesse processo reflexivo é o diário de aula, que é um importante instrumento para a pesquisa-ação e fornece subsídios para o professor avaliar a própria prática. Além disso, quando se leva em consideração os alunos e as atividades propostas, analisando seus resultados, faz-se pesquisa em sala de aula.

Nesse sentido, a prática docente está em constante mudança. A reflexão sobre essa prática constitui um elemento importante para a formação do professor. Assim, essa pesquisa se torna uma ferramenta que auxilia na construção dessa reflexão e no desenvolvimento profissional do professor.

6 REFERÊNCIAS

ANTUNES, C. **Professores e professores**: reflexões sobre a aula e práticas pedagógicas diversas. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 2013. 199 p.

AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 8-18, 2001.

AMARAL, C. L. C.; XAVIER, E. S.; MACIEL, M. L. Abordagem das relações Ciência/Tecnologia/ Sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de Química do Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 101-114, 2009.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 1.026 p.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições, 1977. 225 p.

BARROS, H. L. C. Processos endotérmicos e exotérmicos: uma visão atômico-molecular. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 241-245, nov. 2009.

BECKER, F. Ensino e pesquisa: qual a relação? In: BECKER, F.; MARQUES, T. B. I. (Org.). **Ser professor é ser pesquisador**. Porto Alegre: Mediação, 2010. p. 11-20.

BELTRAN, N. O.; CISCATO, C. A. M. **Química**. São Paulo: Cortez, 1991. 243 p.

BORGES, A. T. Novos rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002.

BRAATHEN, C. P.; LUTOSA, A. A.; FONTES, A. C.; SEVERINO, K. G. Entalpia de decomposição do peróxido de hidrogênio: uma experiência simples de calorimetria com material de baixo custo e fácil aquisição. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 29, p. 42-45, ago. 2008.

BRAIBANTE, M. E. F.; SILVA, D.; BRAIBANTE, H. T. S.; PAZINATO, M. S. A Química dos chás. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 168-175, ago. 2014.

BRASIL. Senado Federal. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: nº. 9394/96**. Brasília: 1996.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Brasília: MEC; SEMT, 1999.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

BRASIL. **Orientações curriculares para o ensino médio**: Ciências humanas e suas tecnologias (vol. 2). Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**/ Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. **Plano Nacional de Educação 2014-2024** - Lei nº. 13.005, de 25 de junho de 2014, que aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e dá outras providências. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2014. 86 p.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular** - Proposta preliminar - 2ª versão. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

BROCKSON, T. J.; ALVES, L. C.; WULF, G. D.; DESIDERÁ, A. L.; OLIVEIRA, K. T. O prêmio Nobel de Química em 2010: união direta dos carbonos sp^2 e sp . **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 233-239, nov. 2011.

CARR, W.; KEMMIS, S. **Becoming Critical**: education, knowledge and action research. Brighton: Falmer Press, 1986. 246 p.

CAVALCANTI, J. A.; FREITAS, J. C. R.; MELO, A. C. N.; FREITAS FILHO, J. R. Agrotóxicos: uma temática para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 31-36, fev. 2010.

CHAGAS, A. P. 100 anos de Nobel - Jacobus Henricus Van't Hoff. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 14, p. 25-27, nov. 2001.

CHASSOT, A. **A educação no ensino de química**. Ijuí: Unijuí, 1990. 117 p.

CIRINO, M. M.; SOUZA, A. R.; SANTIN FILHO, O.; CARNEIRO, M. C. A intermediação da noção de probabilidade na construção de conceitos relacionados à cinética química. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, n. 1, p. 189-219, 2009.

COLL, C.; POZO, J. I.; SARABIA, B.; VALLS, E. **Os Conteúdos na Reforma**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. 182 p.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). Classificação da produção intelectual. Disponível em: < <http://www.capes.gov.br/avaliacao/instrumentos-de-apoio/classificacao-da-producao-intelectual>>. Acesso em: 02 de abr. de 2014.

COSTA, G. L. M. O ensino médio no Brasil: desafios à matrícula e ao trabalho docente. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 94, n. 236, p. 185-210, jan./abr. 2013.

COSTA, M. C. O.; ALMEIDA, R. R. **Química**: 3ª série ensino médio. Belo Horizonte: Editora Educacional, 2011. 260 p.

COSTA, T. S.; ORNELAS, D. L.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. A corrosão na abordagem da cinética química, **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 22, p. 31-34, nov. 2005.

COSTA, T. S.; ORNELAS, D. L.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Experimento com alumínio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 23, p. 38-40, maio 2006.

CUNHA, M. I. **O bom professor e sua prática**. 23. ed. Campinas: Papyrus, 1989, 159 p.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2007. 364 p.

DEMO, P. Olhar do educador e novas tecnologias. **Boletim Técnico do Senac**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 2, p. 15-26, maio/ago. 2011.

DIAS, S. M.; SILVA, R. R. Perfumes: uma química indescritível. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 4, p. 3-6, nov. 1996

DIAS, M. V.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Corantes naturais: extração e emprego como indicadores de pH. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 17, p. 27-31, maio 2003.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; CASTILHO, D. H. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 9, p. 31-40, 1999.

ELIOTT, J. What is action research in schools? **Journal of Curriculum Studies**, v. 10, n. 4, p. 355-357, 1978.

FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem *Jigsaw* no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 163-168, ago. 2010.

FERREIRA, M.; MORAIS, L.; NICHELE, L.; DEL PINO, J. C. **Química Orgânica**. Artmed: Porto Alegre, 2007. 150 p.

FIORUCCI, A. R.; SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. Ácidos orgânicos: dos primórdios da Química experimental á sua presença em nosso cotidiano. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 15, p. 6-10, maio 2002.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários a prática educativa. 22. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002. 165 p.

FREITAS, L. C.; SORDI, M. R. L.; MALAVAZI, M. M. S.; FREITAS, H. C. L. **Avaliação educacional: caminhando pela contramão**. 6 ed. Petrópolis: Vozes, 2014. 88 p.

GILBERT, J. K.; TREAGUST, D. F. **Multiple representations in Chemical Education**. Dordrecht, the Netherlands: Springer Science & Business Media, 2009. 369 p.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 10, p.43-49, nov. 1999.

Grupo de Ensino de Física (GEF) - UFSM. Instante e intervalo de tempo. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/gef/Cinematica/cinema05.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2015.

GOUVEIA-MATOS, J. A. M. Mudança nas cores dos extratos de flores e do repolho roxo. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 10, p. 6-10, nov. 1999.

IBANEZ, J. G. Saneamento ambiental por métodos eletroquímicos. I - Tratamento de soluções aquosas. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 15, p. 45-48, maio 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: < www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 03 mar. 2015.

JUSTI, R. S.; RUAS, R. M. Aprendizagem de Química - reprodução de produtos isolados de conhecimento? **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 5, p. 24-27, maio 1997.

KEMMIS, S.; MCTAGGART, R. Participatory Action Research. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Org.). **Handbook of Qualitative Research**. Thousand Oaks: Sage Publications, 3. ed., 2005. p. 559-604.

KEMMIS, S.; WILKINSON, M. A pesquisa-ação participativa e o estudo da prática. In: DINIZ-PEREIRA, J. E.; ZEICHNER, K. M. (Org.). **A pesquisa na formação e no trabalho docente**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011. p. 39-59.

KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, S. S. Um estudo a respeito das concepções alternativas sobre calor e temperatura. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 2, n. 3, p. 84-96, 2002.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; WEAVER, J. **Química geral e reações químicas**. São Paulo: CENGAGE Learning, 2010. 2 v.

LIBÂNEO, J. C. **Adeus professor, adeus professora?** Novas exigências educacionais e profissão docente. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2010. 102 p.

LIMA, V.; MARCONDES, M.E.; Atividades Experimentais no Ensino de Química: Reflexões de um grupo de professores a partir do tema eletroquímica. **Enseñanza de las Ciencias**, Granada, n. extra, p. 1-4, set. 2005.

LIMA, M. E. C. C.; DAVID, M. A.; MAGALHÃES, W. F. Ensinar Ciências por Investigação: um desafio para formadores. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 29, p. 24-29, ago. 2008.

LIMA, J. F. L.; PINA, M. S. L.; BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. M. S. A contextualização no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 11, p. 26-29, maio 2000.

LIMA, M. E. C. C.; SILVA, N. S. da. A química no Ensino Fundamental: uma proposta em ação. In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (Org.). **Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil**. Ijuí: Editora Unijuí, 2012. p. 89-107.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986. 99 p.

LUNA, S. V. O falso conflito entre tendências metodológicas. In: FAZENDA, I. (Org.). **Metodologia da pesquisa educacional**. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2010. p. 23-37.

MACHADO, A. H.; MORTIMER, E. F. Química para o Ensino Médio: Fundamentos, Pressupostos e o Fazer Cotidiano. In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (Org.). **Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2012. p. 21-41.

MACHADO, A. H.; MOURA, A. L. A. Concepções sobre o papel da linguagem no processo de elaboração conceitual em Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 2, p 27-30, nov. 1995.

MALDANER, O. A.; **A formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores**, Editora Unijuí: Ijuí, 2013. 424 p. 4 ed.,

MASSETO, M. T. Mediação pedagógica e o uso da tecnologia. In: MORAN, J. M.; MASSETO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 19. ed. Campinas: Papirus, 2012. p. 133-173.

MATORANO, S. A. A.; MARCONDES, M. E. R. As concepções de ciência dos livros didáticos de Química, dirigidos ao Ensino Médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 341-355, 2009.

MATOS, A. C. S.; TEIXEIRA, D. D.; SANTANA, I. P.; SANTIADO, M. A.; PENHA, A. F.; MOREIRA, B. C. T.; CARVALHO, M. F. A. Nomenclatura de compostos orgânicos no Ensino Médio: influências das modificações na legislação a partir de 1970 sobre a apresentação nos livros didáticos e as concepções de cidadãos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 40-45, fev. 2009.

- MELLO, L. D.; COSTALLAT, G. Práticas de processamento de alimentos: alternativas para o ensino de Química em escola de campo. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 223-229, nov. 2011.
- MENDONÇA, R. J.; CAMPOS, A. F.; JÓFILI, Z. M. S. O conceito de oxidação-redução nos livros didáticos de Química Orgânica do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 20, p. 45-48, nov. 2004.
- MORAES, R.; RAMOS, M. G. O ensino de química nos anos iniciais. In: PAVÃO, A. C. (Coord.). **Ciências: ensino fundamental**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2010. p. 43-60
- MORAN, J. M. **A educação que desejamos: Novos desafios e como chegar lá**. 5. ed. Campinas: Papyrus, 2012. 174 p.
- MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, F. B. Sistemas experimentais para o estudo da corrosão em metais. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 57-60, fev. 2011.
- MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e diagramas V**. Instituto de Física, UFRGS, 2006. Disponível em: http://www.mettodo.com.br/ebooks/Mapas_Conceituais_e_Diagramas_V.pdf. Acesso em: 01 mar. 2013.
- MOREIRA, M. A. O professor-pesquisador como instrumento de melhoria do ensino de Ciências. **Em aberto**, Brasília, v. 40, p. 43-54, out./dez. 1988.
- MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? **Science & Education**, New York, v. 3, n. 2, p. 267- 285, 1995.
- MORTIMER, E. F. As chamas e os cristais revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino das Ciências da natureza. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.) **Ensino de química em foco**. Ijuí: Unijuí, 2011. p. 313-330.
- MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de Termoquímica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 7, p. 30-34, maio 1998.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.
- MORTIMER, E. F.; MASSICAME, T.; BUTY, C., TIBERGHIE, A. Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências. In: NARDI, R. **A pesquisa em Ensino de Ciência no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras, 2007.

MUNDO JOVEM (2014). Dinâmicas - Conhecimento mútuo. Disponível em: <<http://www.mundojovem.com.br/dinamicas/conhecimento-mutuo>>. Acesso em: 01 fev. 2014.

MURTA, M. M.; LOPES, F. A. Química pré-biótica: sobre a origem das moléculas orgânicas na Terra. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 22, p. 26-30, nov. 2005.

NOVAES, F. J. M.; AGUIAR, D. L. M.; BARRETO, M. B.; AFONSO, J. C. Atividades experimentais simples para o entendimento dos conceitos de cinética enzimática: *Solanun tuberosum* - uma alternativa versátil, **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 27-33, fev. 2013.

OLIVEIRA, R. J.; SANTOS, J. M. A energia e a Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 8, p. 19-22, nov. 1998.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, H. T. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; TREVISAN, M. C.; SILVA, G. S. Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 21-25, fev. 2012.

PEREIRA, E. M. A. O professor como pesquisador: o enfoque da pesquisa-ação na prática docente. In: **Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)**. Campinas: Mercado de Letras, 1998. p. 153-181.

POZO, J. I.; GÓMES CRESPO, M. A. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 256 p.

POZO, J. I.; POSTIGO, Y. La solución de problemas como contenido procedimental de la educación obligatoria. In: POZO, J. I.; PÉRES, M. P.; DOMINGUEZ, J.; GÓMEZ, M. A.; POSTIGO, Y. **La solución de problemas**. Madrid: Santillana, 1994. p. 180-214.

QUADROS, A. L. Os feromônios e o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 7, p. 7-10, maio 1998.

QUÍMICA NOVA NA ESCOLA (QNEsc). Disponível em: <www.qnesc.sbgq.org.br>. Acesso em: 10 mar. 2014.

RAMOS, M. G.; MORAES, R. A avaliação em Química; contribuição aos processos de mediação da aprendizagem e de melhoria do ensino. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.) **Ensino de química em foco**. Ijuí: Unijuí, 2011. p. 313-330.

RIBEIRO, D. M. D. B. Formação Inicial em Educação Física. **Revista Especial de Educação Física**, Uberlândia, n. 2, p.356-365, 2005

ROCHA-FILHO, R. C. Femtoquímica: reações químicas em tempo real. **Química**

Nova na Escola, São Paulo, n. 10, p. 14-16, nov. 1999.

RODRIGUES, J. A. R. Recomendações da IUPAC para nomenclatura de moléculas orgânicas. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 13, p. 22-28, maio 2001.

SANTA MARIA, L. C.; AMORIM, M. C. V.; AGUIAR, M. R. M. P.; SANTOS, Z. A. M.; CASTRO, P. S. C. B. G.; BALTHAZAR, R. G. Petróleo: um tema para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 15, p. 19-23, maio 2002.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química**: compromisso com a cidadania. 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2002. 144 p.

SANTOS, M. S.; AMARAL, C. L. C.; MACIEL, M. D. Tema sociocientífico “cachaça” e aulas práticas de Química na educação profissional: uma abordagem CTS. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 14, n. 1, p. 227-239, jan./abr. 2009.

SANTOS, W. L. P. MÓL, G. S.; MATSUNAGA, R. T.; DIB, S. M. F.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, F. S.; SANTOS, S. M. O.; FARIAS, S. B. **Química e sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005. 742 p.

SANTOS, A. P. B.; MICHEL, R. C. Vamos jogar SueQuímica? **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 179-183, ago. 2009.

SANTOS, P. N.; AQUINO, K. A. S. Utilização do cinema na sala de aula: aplicação da Química dos perfumes no ensino de funções orgânicas oxigenadas e bioquímica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 160-167, ago. 2011.

SARTORI, P. H. S.; LORETO, E. L. S. Medidor de fluorescência caseiro. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 150-154, maio 2009.

SCHEFFER, E. W. O. **Química: ciência e disciplina curricular, uma abordagem histórica**. 1997. 157 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

SCHNETZLER, R. P. **O tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros para o ensino secundário de Química de 1875 a 1978**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, 1980.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, p. 14-24, 2002.

SCHNETZLER, R. P. Apontamentos sobre a história do ensino de Química no Brasil. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.) **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2011. p. 51-75.

SCHÖN, D. **Educando o profissional reflexivo**: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre; Artmed, 2000. 256 p.

SILVA, J. L. P. B. Por que não estudar entalpia no Ensino Médio? **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 22, p. 22-25, nov. 2005.

SILVA, M. L. M.; PINHEIRO, P. C. A educação química e o problema da automedicação: relato de sala de aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 2 p. 92-99, maio 2013.

SILVA, L. B.; ALLES, I. M.; MOREL, A. F.; DALCOL, I. I. Produtos naturais no ensino de Química: experimentação para o isolamento dos pigmentos do extrato de páprica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 52-53, maio 2006.

SILVA, A. C. T.; MORTIMER, E. F. Aspectos epistêmicos das estratégias enunciativas em uma sala de aula de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 104-112, maio 2009.

SILVA, A. C. T.; MORTIMER, E. F. Caracterizando estratégias enunciativas em uma sala de aula de Química: aspectos teóricos e metodológicos em direção à configuração de um gênero do discurso. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 121-153, 2010.

SILVA, R. M. G.; FERNANDES, M. A.; NASCIMENTO, A. C. Objetos de aprendizagem: um recurso estratégico de mudança. In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (Org.). **Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2012. p. 139-155.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.) **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2011. p. 231-261.

SIQUEIRA, R. M.; SILVA, N. S.; FELIZARDO JÚNIOR, L. C. A recursividade no ensino de Química: promoção de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 230-238, nov. 2011.

SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. O ludo como um jogo para discutir conceitos de Termoquímica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 23, p. 27-31, maio 2006.

SOLÉ, I.; COLL, C. Os professores e a concepção construtivista. In: COLL, C. *et al.* **O construtivismo na sala de aula**. São Paulo: Ática, 2009. p. 10-28.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. Estudo da utilização da modelagem como estratégia para fundamentar uma proposta de ensino relacionada à energia envolvida em transformações químicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 1-26, 2010.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. Interloquções possíveis entre linguagem e apropriação de conceitos científicos na perspectiva de uma estratégia de modelagem para a energia envolvida nas transformações químicas. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 2, p. 31-46, 2011.

TEÓFILO, R. F.; BRAATHEN, P. C.; RUBINGER, M. M. M. Reação relógio iodeto/iodo com material alternativo de baixo custo e fácil aquisição. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 16, p. 41-44, nov. 2002.

VAZ, E. L. S.; ASSIS A. e CODARO E. N. Análise Experimental da Resistência à Corrosão e da Velocidade de Corrosão: Uma Proposta Pedagógica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 61-64, 2011.

VENQUIARUTO, L. D.; DALLAGO, R. M.; VANZETO, J.; DEL PINO, J. C. Saberes populares fazendo-se saberes escolares: um estudo envolvendo a produção artesanal de pão. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 135-141, ago. 2011.

WARTHA, E. J.; FALJONI-ALÁRIO, A. A contextualização no ensino de Química através do livro didático. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 22, nov. 2005, p. 42-47.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 275-290, 2011.

ZABALA, A. **A Prática Educativa**: Como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224 p.

ZABALZA, M. A. **Diários da aula**: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional. Porto Alegre: Artmed, 2004. 160 p.

ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. A Química escolar na inter-relação com outros campos de saber. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2011. p. 101-130.

7 APÊNDICES

APÊNDICE A

QUESTÕES DA AVALIAÇÃO TRIMESTRAL – TERMOQUÍMICA E CINÉTICA QUÍMICA

Questão 1. Durante os meses de setembro e outubro, nós estudamos conceitos relacionados à Termoquímica.

- a) Explique o que estuda a Termoquímica.
- b) Qual é a diferença entre fenômenos endotérmicos e exotérmicos?
- c) Classifique os fenômenos citados a seguir como ENDOTÉRMICOS ou EXOTÉRMICOS.

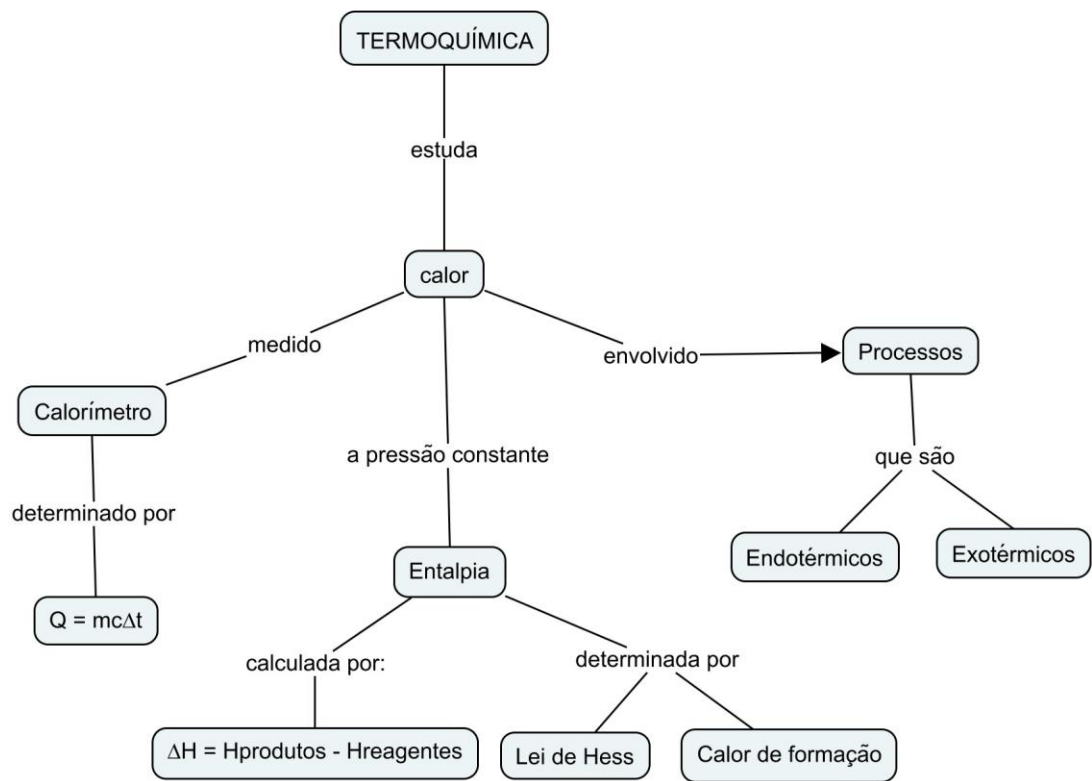
- Evaporação da água;
- Combustão de uma vela;
- Acetona na pele;
- Dissolução de hidróxido de sódio em água;
- Queimadas;

Questão 6. Escolha uma das reações mencionadas na prova e represente na forma de um diagrama.

Questão 8. Ao longo de nossas aulas de Química, vocês fizeram experimentos utilizando comprimidos efervescentes e água. Analise as afirmações a seguir e assinale V (verdadeiro) ou F (falso), corrigindo as alternativas falsas.

- () Para o comprimido amassado, a velocidade de dissolução é maior.
- () A velocidade de dissolução do comprimido diminui conforme aumenta a temperatura.
- () O comprimido inteiro tem velocidade de dissolução maior que o comprimido amassado.
- () A efervescência será mais intensa se a água estiver quente.

APÊNDICE B



APÊNDICE C

EXPERIMENTO 1

O que você vai precisar? Um comprimido efervescente, um copo com água, um cronômetro.

Procedimento: Coloque o comprimido efervescente no copo de água. Anote o tempo que o comprimido demora a reagir.

Responda: Quais são os reagentes do processo? Quais são os produtos do processo? Qual é a reação que ocorre no comprimido efervescente? Calcule a velocidade da reação. (Obs.: Você pode criar um método para fazer este cálculo).

EXPERIMENTO 2

O que você vai precisar? Dois comprimidos efervescentes, dois copos iguais com a mesma quantidade de água, em temperaturas diferentes, e um cronômetro.

Procedimento: Coloque os comprimidos efervescentes nos dois copos com água, ao mesmo tempo. Cronometre o tempo que o comprimido efervescente demora a reagir (tempo de reação) para cada um dos copos. Observe o que acontece.

Responda: Em qual copo o comprimido efervescente reagiu mais rápido? Quais conclusões você pode obter a partir dos resultados?

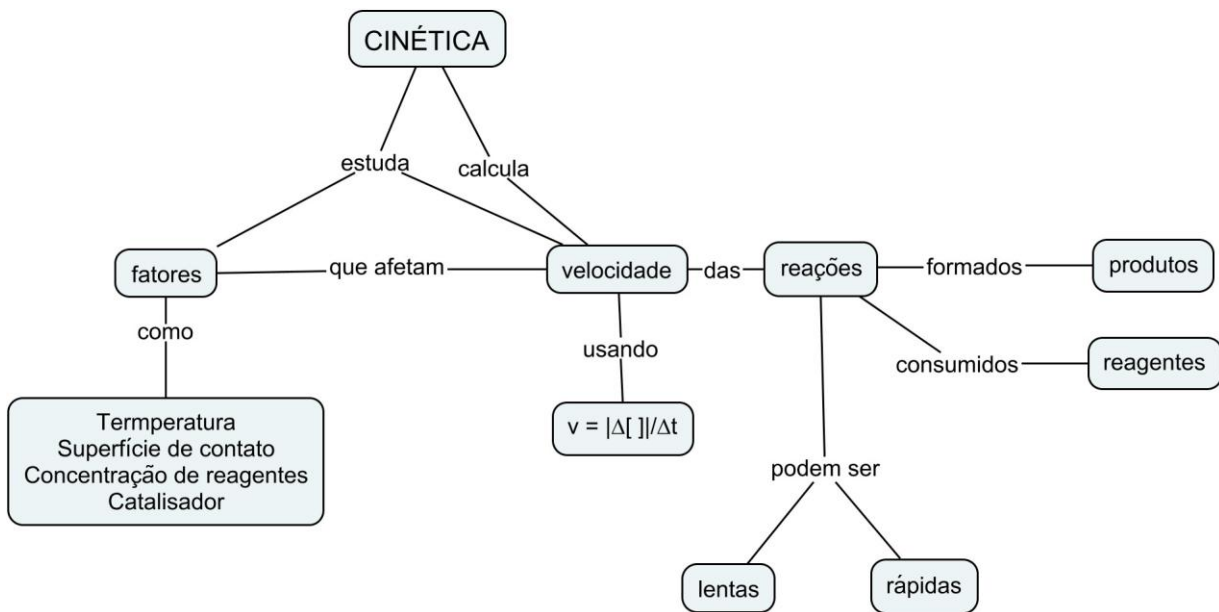
EXPERIMENTO 3

O que você vai precisar? Dois comprimidos efervescentes (sendo que um deve ser esmagado em pequenas partículas), dois copos iguais com a mesma quantidade de água (na mesma temperatura), um cronômetro.

Procedimento: Coloque os comprimidos efervescentes nos dois copos com água, ao mesmo tempo. Cronometre o tempo que o comprimido efervescente demora a reagir (tempo de reação) para cada um dos copos. Observe o que acontece.

Responda: Em qual copo o comprimido efervescente reagiu mais rápido? Quais conclusões você pode obter a partir dos resultados?

APÊNDICE D



APÊNDICE E

QUESTÕES DA AVALIAÇÃO TRIMESTRAL – QUÍMICA ORGÂNICA

Questão 1. Um perfume é, por definição, um material — porção de matéria com mais de uma substância. A análise química dos perfumes mostra que eles são uma complexa mistura de compostos orgânicos denominada *fragrância* (odores básicos). As fragrâncias características dos perfumes foram obtidas durante muito tempo exclusivamente a partir de óleos essenciais extraídos de flores, plantas, raízes e de alguns animais selvagens. Esses óleos receberam o nome de óleos essenciais porque continham a essência, ou seja, aquilo que confere à planta seu odor característico. Embora os óleos essenciais sejam ainda hoje obtidos a partir dessas fontes naturais, têm sido substituídos cada vez mais por compostos sintéticos.

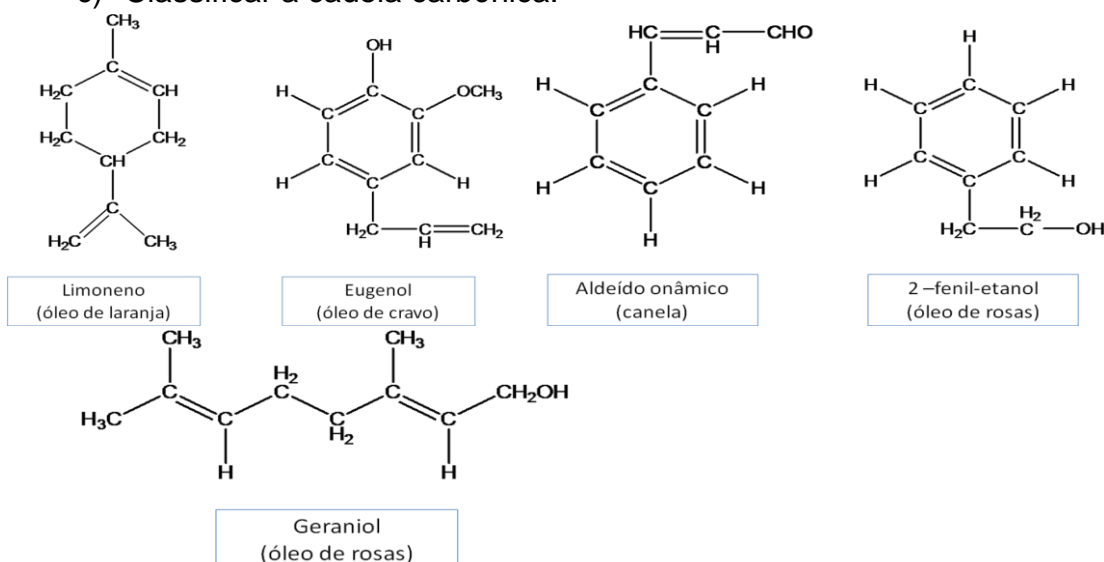
(Retirado de: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/quimsoc.pdf>).

No quadro abaixo, são mostradas as fórmulas estruturais de alguns óleos essenciais.

a) Dentre os óleos essenciais, identifique aquele(s) que pertence(m) à função orgânica hidrocarboneto.

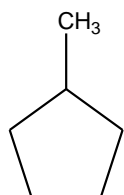
Escolha 3 óleos essenciais para:

- Fazer a representação na fórmula estrutural de linhas.
- Classificar os carbonos.
- Classificar a cadeia carbônica.

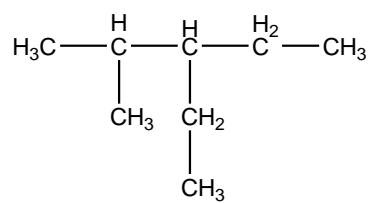


Questão 8. Escreva o nome dos compostos a seguir:

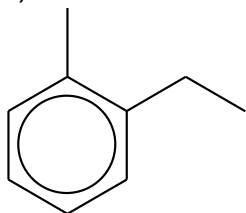
a)



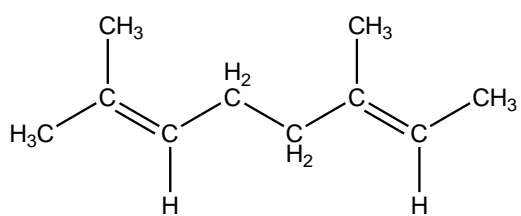
b)



c)



d)



e)



8 ANEXOS

ANEXO A

Roteiro da atividade experimental de Termoquímica:

- 1) Adicione ao calorímetro um frasco de 100 mL de água oxigenada a 10 volumes.
- 2) Meça exatamente a temperatura da solução. Essa será a temperatura inicial (t_i).
- 3) Adicione aproximadamente meia colher de chá de fermento biológico à solução de água oxigenada, e tampe rapidamente o calorímetro.
- 4) Agite suavemente para misturar bem o fermento com a água oxigenada, e observe cuidadosamente a variação da temperatura do sistema, até atingir um valor máximo estabilizado. Essa será a temperatura final (t_f).

Fonte: Braathen *et al* (2009).

ANEXO B**QUESTÕES DA AVALIAÇÃO TRIMESTRAL – TERMOQUÍMICA E CINÉTICA QUÍMICA**

Questão 2. (UFRGS - adaptação) Uma das etapas envolvidas na produção de álcool combustível é a fermentação. A equação que representa esta transformação é:



Conhecendo-se os calores de formação da glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), do gás carbônico (CO_2) e do álcool ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), respectivamente, - 302 kcal/mol, - 94 kcal/mol e - 66 kcal/mol, qual é o ΔH desta reação.

Questão 3. (UFRGS - adaptação) Na reação de produção de álcool comestível, pode-se afirmar que a fermentação ocorre com:

- Liberação de 18 kcal/mol.
- Liberação de 142 kcal/mol.
- Variação energética nula.
- Absorção de 18 kcal/mol.
- Absorção de 142 kcal/mol.

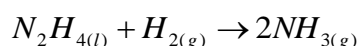
Questão 4. (UFERSA - RN) Ao se sair molhado em local aberto, mesmo em dias quentes, sente-se uma sensação de frio. Esse fenômeno está relacionado com a evaporação da água que no caso, está em contato com o corpo humano. Essa sensação de frio explica-se corretamente pelo fato de que a evaporação da água é um processo:

- Endotérmico e cede calor ao corpo;
- Exotérmico e cede calor ao corpo;
- Exotérmico e retira calor da água.
- Endotérmico e retira calor do corpo;
- Exotérmico e retira calor do corpo;

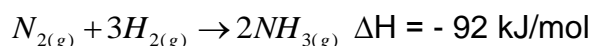
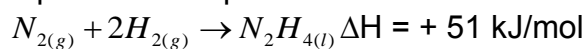
Questão 5. (VUNESP) Se grafite e hidrogênio forem introduzidos num frasco para reagir, pode ocorrer a reação (a), mas o processo não se completa e, portanto, a variação de entalpia ΔH não pode ser determinada diretamente. O ΔH pode ser determinado indiretamente aplicando-se a lei de Hess às equações (b), (c) e (d). Calcule o ΔH da reação (a).

- $3 \text{C}(\text{grafite}) + 4 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$
- $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3 \text{CO}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \Delta H = - 2.220,1 \text{ kJ/mol.}$
- $\text{C}(\text{grafite}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \Delta H = - 393,5 \text{ kJ/mol}$
- $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \Delta H = - 285,9 \text{ kJ/mol}$

Questão 7. Determine a variação de entalpia da seguinte reação:



A partir das etapas:



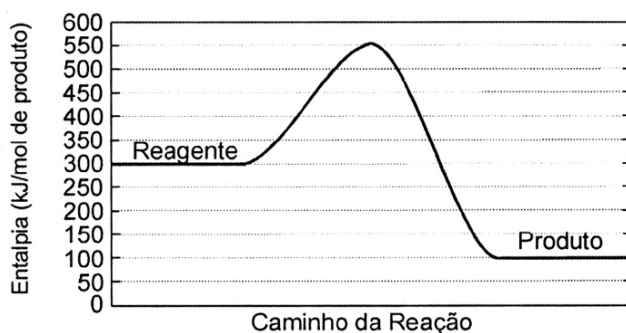
- a) - 41 kJ/mol
- b) + 143 kJ/mol
- c) -143 kJ/mol
- d) + 41 kJ/mol

Questão 9. Em duas lanternas idênticas, carregadas com a mesma massa de carbureto, goteja-se água, na mesma vazão, sobre o carbureto. Na lanterna I, o carbureto está na forma de pedras, e na lanterna II, finamente granulado.

- a) Indique qual das lanternas terá a chama mais intensa.
- b) Indique qual delas se apagará primeiro. Justifique sua resposta, com base em seus conhecimentos de cinética química.

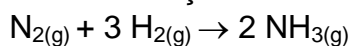
* Questão retirada de Silva *et al* (2005).

Questão 10. (UFRJ - adaptação) Considere o gráfico abaixo, para a reação: Reagente \rightarrow Produto.



- a) Qual é o valor de ΔH ?
- b) A reação é exotérmica ou endotérmica?
- c) Qual é a energia do complexo ativado?
- d) Desenhe no gráfico o que aconteceria se fosse adicionado ao sistema um catalisador.
- e) Qual é a influência do catalisador sobre a velocidade da reação?

Questão 11. (UERJ) A amônia é empregada como matéria-prima na fabricação de fertilizantes nitrogenados. É obtida industrialmente por síntese total, como mostra a reação:



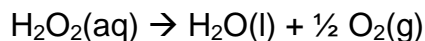
O quadro abaixo mostra a variação do número de mols de nitrogênio durante essa reação.

MOLS DE N_2	TEMPO (min)
20	0
10	2
5	5
2	10

Considere rendimento de 100% no processo e condições normais de temperatura e pressão.

- a) Qual é a velocidade média de consumo de N_2 em mol/min, no intervalo de 0 a 2 minutos?
- b) A partir desse valor, qual é a velocidade média de consumo de H_2 em mol/min no mesmo intervalo?
- c) Desenhe o gráfico que representa esta reação.

Questão 12. (UFRN - adaptação) O peróxido de hidrogênio em solução é conhecido como água oxigenada e é utilizado como antisséptico. Essa substância se decompõe, como mostra a equação.



Num laboratório, a tabela foi obtida a partir da concentração de peróxido reagente *versus* tempo de reação.

$[\text{H}_2\text{O}_2]$ mol.L ⁻¹	0,8	0,5	0,3	0,2
Tempo (min)	0	10	20	30

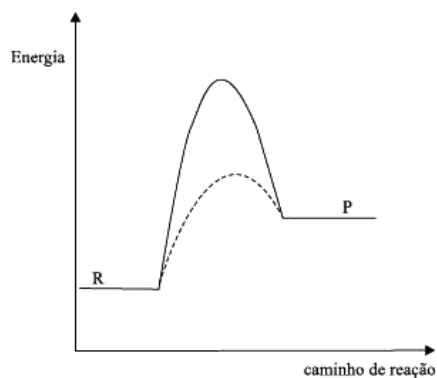
- a) Calcule as velocidades médias de reação nos intervalos 0-10 min e 20-30 min.
- b) O que acontece se for adicionado ao peróxido de hidrogênio uma colher de fermento biológico.

Questão 13. (UNCISAL) A figura representa o gráfico, energia x caminho de reação, para a reação $\text{R} \rightarrow \text{P}$, na presença e na ausência de um catalisador.

Considere as seguintes afirmações:

- I. a reação $\text{R} \rightarrow \text{P}$ é exotérmica;
- II. a curva pontilhada representa a reação na presença do catalisador;
- III. o catalisador diminui a energia de ativação da reação direta e da reação inversa.

Quais são corretas as afirmações?

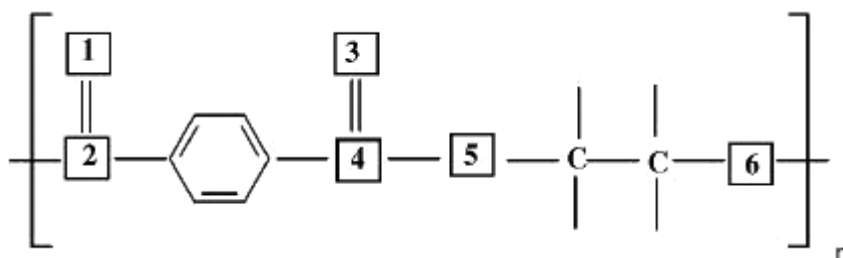


ANEXO C

QUESTÕES DA AVALIAÇÃO TRIMESTRAL – QUÍMICA ORGÂNICA

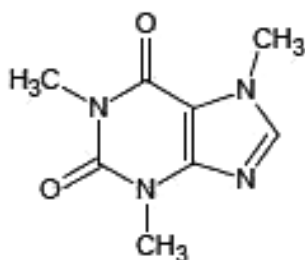
Questão 2. (UNIFOR) O PET (polietilenotereftalato) é considerado um dos mais importantes polímeros de engenharia das duas últimas décadas, devido ao rápido crescimento de sua utilização. As embalagens de garrafas plásticas PET são ideais para o acondicionamento de alimentos, devido às suas propriedades de barreiras que impossibilitam a troca de gases e a absorção de odores externos, mantendo as características originais dos produtos envasados. A cadeia do PET a que se refere o texto está parcialmente representada abaixo. Qual é a sequência de símbolos atômicos que satisfazem a numeração indicada na figura.

ROSMANHO, G. M. et. al. Química Nova, vol. 32, No. 6, 1673-1676, 2009 (adaptado).



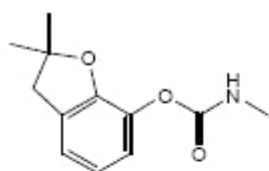
Questão 3. (IFSUL) Nesse momento você deve estar em estado de alerta e atenção para fazer esta prova. Talvez, antes de sair de casa, tenha tomado um café ou um chimarrão, talvez ainda tenha comido um chocolate.

Uma das substâncias que causam os efeitos produzidos pela ingestão desses itens é a cafeína, que apresenta a seguinte fórmula estrutural:

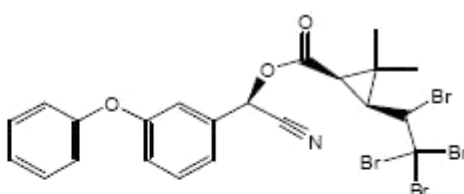


Sobre a cafeína, analise as seguintes afirmações em V (para as verdadeiras) ou F (para as falsas).

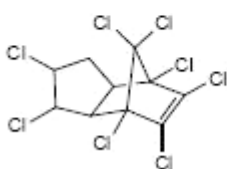
- I. É um composto nitrogenado heterocíclico.
- II. Tem fórmula molecular $C_8H_9O_2N_4$.
- III. Apresenta 5 carbonos sp^2 (que fazem ligações duplas).
- IV. Possui 7 carbonos primários.



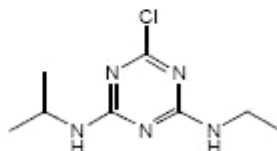
I



II



III



IV

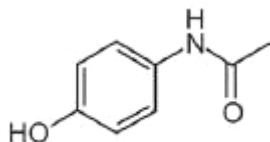
Questão 4. (PUC-PR) Um tema de discussão atual tem sido o uso de sementes transgênicas voltado aos supostos aumento da produção de alimentos e diminuição do uso de pesticidas tais como o carbofurano (I), o tralometrin (II), o

clordano (III) e a atrazina (IV).

Dentre esses pesticidas, quais apresentam anel aromático?

Questão 5. (CEDERJ/RJ - adaptação) Estudos recentes têm demonstrado que o uso do paracetamol no primeiro ano de vida de uma criança aumenta o risco de desenvolver asma, rinite e eczema. A seguir está apresentada a estrutura de uma molécula de paracetamol.

Qual é a fórmula molecular do paracetamol?



Questão 6. (UFP) Os hidrocarbonetos correspondentes às frações pesadas do petróleo (moléculas maiores) podem ser quebrados em frações mais leves (moléculas menores) pelo processo de craqueamento conforme representação abaixo:



A B C

Considerando que os compostos A, B e C são hidrocarbonetos de cadeia aberta sem ramificações, identifique as afirmativas corretas:

- O composto **A** apresenta 7 ligações simples entre os carbonos.
- O composto **A** apresenta 6 ligações simples e 1 ligação dupla entre os carbonos.
- O composto **B** apresenta 1 ligação simples e 1 ligação dupla entre os carbonos.
- O composto **C** apresenta 1 ligação tripla entre os carbonos.
- O composto **B** apresenta 1 ligação simples e 1 ligação tripla entre os carbonos.

→ Classifique os hidrocarbonetos A, B e C em: alceno, alceno ou alcino.

Questão 7. (ACAFE/SC) Os hidrocarbonetos acetilênicos (do tipo alcino) são representados pela fórmula $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$. A alternativa correta que apresenta quatro compostos de hidrocarbonetos acetilênicos, respectivamente com 2, 3, 4 e 5 átomos de carbono, é:

- eteno, propeno, buteno e penteno.
- etano, propano, butano e pentano.
- etino, propino, 1-butino e 1-pentino.
- metano, etano, propano e butano.