

Universidade do Grande Rio “Professor José de Souza Herdy”

Cristiane Vieira Nunes Barbosa Lopes

**INTEGRANDO SABERES NA FORMAÇÃO E AÇÃO DOCENTE:  
UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS  
EM LABORATÓRIO**

Duque de Caxias

2013

Cristiane Vieira Nunes Barbosa Lopes

**INTEGRANDO SABERES NA FORMAÇÃO E AÇÃO DOCENTE:  
UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS  
EM LABORATÓRIO**

Dissertação apresentada à Universidade do Grande Rio Prof. José de Souza Herdy, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ensino das Ciências na Educação Básica.

Área de Concentração: Ensino de Química

Orientadora: Prof. Dra. Cleonice Puggian

Co-orientador: Prof. Dr. Zenildo Buarque de Moraes Filho

Duque de Caxias

2013

## CATALOGAÇÃO NA FONTE/BIBLIOTECA – UNIGRANRIO

L864i Lopes, Cristiane Vieira Nunes Barbosa.

Integrando saberes na formação e ação docente: uma proposta  
metodológica para o ensino de reações químicas em laboratório / Cristiane  
Vieira Nunes Barbosa Lopes. – 2013.

117 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências na Educação Básica) –  
Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, Escola de Educação,  
Ciências, Letras, Artes e Humanidades, 2013.

“Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Cleonice Puggian”.

“Co-Orientador: Prof.<sup>o</sup> Zenildo Buarque de Moraes Filho”.

Bibliografia: p. 1117.

1. Educação. 2. Educação básica. 3. Química – Estudo ensino.  
4. Química - Experimentação. 5. Professores - Formação. 6. Reações químicas.  
7. Prática de ensino. I. Puggian, Cleonice. II. Moraes Filho, Zenildo Buarque de.  
III. Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”. IV. Título.

CDD –370

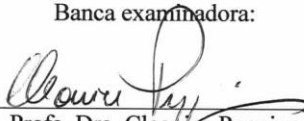
Cristiane Vieira Nunes Barbosa Lopes

**INTEGRANDO SABERES NA FORMAÇÃO E AÇÃO DOCENTE: UMA PROPOSTA  
METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS EM  
LABORATÓRIO**

Dissertação apresentada à Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, como parte dos requisitos parciais para a obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências na Educação Básica.

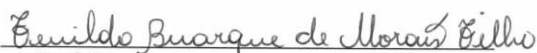
Aprovado em 14 de Agosto de 2013.

Banca examinadora:



Profª. Dra. Cleonice Puggian

Universidade do Grande Rio – UNIGRANRIO – (orientadora)



Prof. Dr. Zenildo Buarque de Moraes Filho

Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM – (co-orientador)



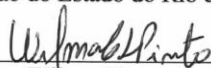
Prof. Dr. João Rodrigues Miguel

Universidade do Grande Rio – UNIGRANRIO



Profª. Dra. Patricia Maneschy Duarte da Costa

Instituto Superior de Educação do Estado do Rio de Janeiro – ISERJ/ FAETEC/ RJ



Profª. Dra. Wilma Clemente de Lima Pinto

Universidade do Grande Rio – UNIGRANRIO

Dedico este trabalho aos meus pais, José Carlos e Sonia, pelo amor e pelo apoio fundamental em todos os momentos.

Especialmente a meus filhos, João Luís, Isabela e Vinicius, por acompanharem de perto meus momentos de luta, inquietação, angústia, alegria, descobertas e entusiasmo, sempre colaborando com paciência e incentivando com amor, o que foi determinante para a conclusão desse trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Nesse momento tão importante de agradecer às pessoas que muito contribuíram para a realização desse trabalho, corro o risco de esquecer muitos nomes, ainda assim, portanto, pedindo desculpas antecipadamente, gostaria de externar meus sinceros agradecimentos:

A Deus por estar sempre presente em minha vida, dando-me saúde, iluminando-me nos momentos difíceis e dando-me forças para transpor as barreiras que surgiram ao longo desse caminho, possibilitando que este trabalho fosse concluído.

À minha família, por todo tipo de apoio, pela confiança, pelo respeito e, sobretudo, por compartilharem das minhas idealizações.

Aos meus pais, Sonia e José Carlos, por terem me dado a vida, por todo amor e dedicação e por todas as colaborações, sem as quais seria impossível a realização desse sonho.

Ao Flavio, pelos anos de companheirismo, amor e por incentivar o ingresso no curso de Pós-Graduação.

Ao João Luís, filho e amigo de todas as horas, pelo olhar sempre amoroso de admiração e incentivo, por me animar nos momentos de tristeza e também pela colaboração, como espectador, ouvinte e até mesmo amenizando minhas limitações quanto à informática.

Ao meu filho Vinicius, que chegou, trazendo a um momento turbulento de minha vida, seu sorriso, sua doçura, sua alegria e sua luz, pela compreensão e generosidade em dividir, sem reclamar, o tempo de dedicação a ele com angústias e com o computador, elaborando a dissertação.

À Isabela, minha filha, companheira, paciente, carinhosa e compreensiva durante as minhas ausências, cujo sorriso iluminou minhas ideias e me fortaleceu nos momentos difíceis.

À Dora, sempre parceira, que como uma filha generosa, trouxe a alegria, o carinho e a colaboração fundamentais na superação dos momentos difíceis para a conclusão desse trabalho.

Ao meu irmão, Carlos Maurício, pela torcida e pela generosidade de estar sempre pronto a ajudar de alguma forma, além da imprescindível participação nesse trabalho como programador visual do produto.

À Renata, mais que amiga, cujas conversas me deram carinho e conforto fundamentais, para transpor as barreiras que surgiram ao longo dessa caminhada.

Aos meus mestres e orientadores, doutores Cleonice Puggian e Zenildo Buarque de Moraes Filho, pela orientação competente, incentivo, dedicação, paciência e valiosas contribuições para que este trabalho se concretizasse.

À Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), pela oportunidade de realizar o mestrado.

Aos meus professores do mestrado da UNIGRANRIO, pelos ensinamentos e contribuições para a conclusão de mais essa etapa da minha vida.

Aos professores doutores que compõem a banca pelos comentários, avaliações, atenção e sugestões que tanto enriqueceram esse trabalho.

Aos colegas que encontrei durante este programa de pós-graduação, pelas discussões e aprendizado durante as aulas.

À Universidade Federal Fluminense, onde cursei a graduação e onde descobri a paixão pela sala de aula e por lecionar Química.

À Fundação de Apoio à Escola Técnica, unidade Quintino, por me propiciar, há dezessete anos, momentos de aprendizagem e novas experiências e permitir a realização dessa pesquisa.

Ao Colégio Militar do Rio de Janeiro por tudo que aprendi, lecionando nessa instituição de ensino de excelência.

A todos os meus alunos, que são a inspiração para que eu continue nessa profissão sedutora, difícil e desafiadora; e que também me ensinam a ser professora e conseqüentemente a repensar meu discurso pedagógico, não somente sobre a experimentação, mas relativo à educação de modo geral.

Às amigas Luzia e Andrea, que por partilharem de ideias e crenças relacionadas ao ensino de Química, semelhantes às minhas, incentivaram, iluminaram e colaboraram na construção da metodologia proposta nesta pesquisa.

Às amigas Vera e Márcia, por me despertarem em relação ao mestrado, pelo incentivo, palavras amigas e de conforto e por estenderem a mão sempre que necessário, seja com palavras e carinho, seja com conselhos e dicas.

Aos meus coordenadores da época, Cláudio Torres e Major Brum, pela compreensão e colaboração para que eu tivesse tempo de realizar essa pesquisa.

Aos professores, sujeitos dessa pesquisa, que se dispuseram, de maneira tão generosa e solícita, a participar desse trabalho.

Aos colegas, professores, das escolas nas quais lecionei: Colégio Pinheiro, Escola Estadual Bolívar, Escola Técnica Estadual República e Colégio Militar do Rio de Janeiro, pela troca de experiências e discussões enriquecedoras.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a concretização desse trabalho.



“Educar é educar-se na prática da liberdade, é tarefa daqueles que sabem que pouco sabem - por isso sabem algo e podem assim chegar a saber mais - em diálogos com aqueles que, quase sempre, pensam que nada sabem, para estes, transformando seu pensar que nada sabem em saber que pouco sabem, possam igualmente saber mais.”

Paulo Freire

## RESUMO

Esta dissertação apresenta uma proposta metodológica para o ensino de reações químicas em laboratório, descrevendo os resultados de um estudo qualitativo com professores do ensino médio sobre a aplicabilidade desta proposta em uma escola técnica estadual do Rio de Janeiro. Como produto dessa dissertação foi confeccionado um guia didático, contendo dois roteiros de prática, procedimentos didáticos, lista de materiais, orientações de segurança e sugestões para contextualização e condução das aulas. Através de uma abordagem alternativa, procurou-se dinamizar o ensino de reações químicas, explorando outros conteúdos do currículo tais como termoquímica e soluções. Também procurou-se promover a fusão entre os aspectos conceituais e a ação no laboratório, desafiando o professor a pensar a atividade experimental não como um momento isolado da sala de aula, mas como parte integrante dela. A metodologia pautou-se em uma abordagem qualitativa de caráter exploratório. Foram utilizados como instrumentos para coleta de dados entrevistas semiestruturadas e questionários. A pesquisa foi realizada com professores de química e alunos da segunda série do ensino médio de uma escola técnica estadual do Rio de Janeiro. Os resultados revelaram que: i) a formação inicial dos professores influencia a abordagem pedagógica adotada na condução das aulas práticas em laboratório; ii) os docentes de química, apesar da resistência inicial, aceitaram a nova proposta e contribuíram para o seu aprimoramento; iii) através de uma proposta diferenciada, foi possível integrar saberes teóricos e práticos, viabilizando o ensino de química em laboratório, mesmo com limitações de tempo e infraestrutura; iv) os roteiros apresentados promovem uma abordagem dialógica do conhecimento, valorizando o papel do professor como mediador da aprendizagem; v) os registros das observações dos alunos, quando realizados durante a aula prática - seja em sala ou no laboratório - favorecem a aprendizagem; vi) mais importante do que a complexidade do experimento proposto, foi a relação do aluno com o fenômeno observado; vii) a abordagem do conteúdo através do experimento permite a flexibilização da estrutura curricular, dinamizando a construção do conhecimento sobre reações químicas. Concluiu-se que a proposta metodológica desenvolvida configura-se como uma alternativa viável para a promoção de aulas em laboratório nas escolas, amenizando a carência de materiais didáticos e apoiando os docentes na integração dos saberes nas aulas de química.

**Palavras-chave:** Ensino de Química. Experimentação. Formação de Professores. Reações Químicas.

## ABSTRACT

This paper presents a methodological proposal for the teaching of chemical reactions in the laboratory, describing the results of a qualitative study with high school teachers on the applicability of this proposal at a state technical school in Rio de Janeiro. As a product of this dissertation was made a teaching guide, containing two scripts for practice, teaching procedures, materials list, safety guidelines and suggestions for contextualization and conducting classes. Through an alternative approach, we sought to streamline the teaching of chemical reactions, exploring other contents of the curriculum such as thermochemical and solutions. It also sought to promote fusion between the conceptual aspects and action in the laboratory by challenging teachers to think experimental activity not as an isolated moment of the classroom, but as an integral part of it. The methodology was based on a qualitative exploratory approach. Were used as instruments to collect data semi-structured interviews and questionnaires. The research was conducted with chemistry teachers and students of the second year of high school at a state technical school in Rio de Janeiro. The results showed that: i) the initial training of teachers influences the pedagogical approach adopted in conducting practical classes in the laboratory ii) teachers of chemistry, despite initial resistance, accepted the new proposal and contributed to their improvement; iii) through a different proposal, it was possible to integrate theoretical and practical knowledge, the teaching of chemistry in the laboratory, even with time constraints and infrastructure, iv) the scripts submitted promote a dialogic approach to knowledge, valuing the role of the teacher as a mediator of learning; v) the records of the observations of the students, when performed during the practical session - whether in class or in the lab - favor learning vi) more important than the complexity of the proposed experiment, was the relationship of the student with the observed phenomenon, vii ) the approach of content through the experiment allows a more flexible curriculum structure, streamlining the construction of knowledge about chemical reactions. It was concluded that the developed methodological proposal appears as a viable alternative for the promotion of laboratory classes in schools, easing the shortage of textbooks and supporting teachers in the integration of knowledge in chemistry classes.

**Keywords:** Teaching of Chemistry. Experimentation. Teacher Training. Chemical Reactions.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| Quadro 2.1 – Reação de combustão do metano  | 45 |
| Quadro 2.2 – Fotossíntese   | 46 |
| Quadro 2.3 – Evidências de ocorrência de reação                                       | 46 |
| Quadro 2.4 – Reação de combustão do hidrogênio  | 48 |
| Quadro 2.5 – Reação de decomposição da água oxigenada                                 | 54 |
| Quadro 2.6 – Reações com formação de precipitado                                      | 57 |
| Quadro 2.7 – Dissolução do oxigênio na água e formação de estalactites e estalagmites | 59 |
| Quadro 2.8 – Reações de combustão do metano   | 63 |
| Quadro 2.9 – Reações de combustão do etanol   | 63 |
| Quadro 2.10 – Reações de combustão do isoctano  | 63 |
| Quadro 2.11 – Reações de combustão da parafina  | 63 |
| Quadro 2.12 – Ordem de reatividade de alguns elementos                                | 64 |
| Quadro 2.13 – Reações de oxidação de metais   | 65 |
| Quadro 2.14 – Reações de metais com sais  | 66 |
| Figura 2.1 – Formação do complexo ativado   | 48 |
| Figura 2.2 – Formação do complexo ativado e Energia de ativação                       | 48 |
| Figura 2.3 – Reação exotérmica  | 50 |
| Figura 2.4 – Reação endotérmica   | 51 |
| Figura 2.5 – Dissolução do cloreto de sódio em água                                   | 55 |
| Figura 2.6 – Solvatação dos íons pela água  | 55 |
| Figura 2.7 – Reversibilidade das reações  | 58 |
| Figura 2.8 – Gráfico de Equilíbrio Químico  | 59 |
| Figura 2.9 – Reações de Oxirredução   | 60 |
| Figura 2.10 – Funcionamento de uma pilha eletroquímica                                | 60 |
| Figura 2.11 – Valores de potenciais de oxidação e redução                             | 65 |
| Figura 3.1 – Laboratório de química da escola   | 75 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1.1 – Características das atividades tradicionais e investigativas em laboratório | 30 |
| Tabela 1.2 – Níveis de categorização das atividades investigativas                       | 30 |
| Tabela 2.1 – Regras de solubilidade  | 57 |
| Tabela 3.1 – Formação docente  | 73 |
| Tabela 3.2 – Perfil dos professores que participaram do estudo                           | 73 |
| Tabela 3.3 – Perfil dos professores que participaram do estudo                           | 74 |
| Tabela 4.1 – Conteúdos abordados nas práticas segundo os professores                     | 95 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

| <b>SIGLA</b> | <b>ABREVIATURA</b>                |
|--------------|-----------------------------------|
| PCN          | Parâmetros Curriculares Nacionais |
| MEC          | Ministério da Educação e Cultura  |
| CNE          | Conselho Nacional de Educação     |
| CES          | Câmara de Educação Superior       |

## SUMÁRIO

|   |            |
|---|------------|
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>16</b>  |
| <b>1 CONSIDERAÇÕES SOBRE EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA ....</b>   | <b>20</b>  |
| 1.1. Breve histórico .....  | 20         |
| 1.2 Tipos de atividades experimentais .....   | 28         |
| 1.3 Objetivos da experimentação .....   | 36         |
| 1.4. Experimentação e formação docente.....   | 40         |
| <b>2 REAÇÕES QUÍMICAS E SEU ENSINO NA EDUCAÇÃO BÁSICA .....</b>   | <b>44</b>  |
| 2.1 Alguns aspectos envolvidos nas reações químicas.....  | 49         |
| 2.2. Análise de alguns tipos de reações .....   | 60         |
| 2.3 O programa de química para a educação básica.....   | 68         |
| <b>3 UM ESTUDO SOBRE ENSINO DE QUÍMICA EM LABORATÓRIO:<br/>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>                | <b>71</b>  |
| <b>4 CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES SOBRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS<br/>EM LABORATÓRIO NO ENSINO DE QUÍMICA.....</b> | <b>78</b>  |
| 4.1 Prática docente .....   | 78         |
| 4.2 Prática docente em laboratório .....  | 79         |
| 4.3 Concepção sobre atividades experimentais em laboratório.....  | 81         |
| 4.4 Objetivos das atividades experimentais em laboratório .....   | 82         |
| 4.5 Possibilidade de integração entre a teoria e a prática no laboratório.....                                  | 84         |
| 4.6 Ensino de química no laboratório.....   | 85         |
| 4.7 Comparação entre o ensino de química em sala de aula e no laboratório .....                                 | 86         |
| 4.8 Preparação para o ensino de química em laboratório.....   | 87         |
| 4.9 Requisitos necessários ao docente para o sucesso de uma aula em laboratório .....                           | 88         |
| <b>5 A PROPOSTA METODOLÓGICA NA VISÃO DOS PROFESSORES .....</b>   | <b>90</b>  |
| 5.1. A proposta metodológica .....  | 90         |
| 5.2 Análise da proposta pelos professores .....   | 92         |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>  | <b>101</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>   | <b>105</b> |
| <b>APÊNDICE A - Roteiro de prática – 1ª Parte .....</b>   | <b>112</b> |
| <b>APÊNDICE B - Roteiro de prática – 2ª Parte.....</b>  | <b>114</b> |
| <b>APÊNDICE C - Roteiro da entrevista com professores.....</b>  | <b>116</b> |

## INTRODUÇÃO

Os professores de ciências, tanto no ensino fundamental como no ensino médio, acreditam que a melhoria do ensino passa pela introdução de aulas práticas no currículo e reconhecem o importante papel do laboratório, dizendo ser imprescindível sua existência no contexto escolar. Entretanto, o índice de professores que não realizam atividades experimentais em sua prática é elevado. Esses docentes justificam a não realização dessas atividades em função da carência de condições para tal, ao quantitativo de alunos por turma, à inadequação de infraestrutura física e material e à carga horária reduzida (LABURU; ASSIS; SALVADEGO, 2009).

Em contrapartida, Maldaner (2006) afirma que a existência de um espaço adequado, um laboratório, é condição necessária, mas não suficiente para uma boa proposta de ensino de Química. Curiosamente, como aponta a literatura, mesmo nas escolas que dispõem de alguns equipamentos e laboratórios, muitas vezes estes nunca são utilizados ou são mal aproveitados pelos professores. Sendo assim, pode-se inferir, concordando com Borges (2002) e Laburú, Barros e Kanbach (2007), que o aspecto central na promoção de aprendizagem através de atividades práticas, não é onde, mas como e para quê elas são realizadas, pois mais importante que um aparato experimental sofisticado e específico, é a definição de objetivos a serem alcançados com esse tipo de aula e a clareza em relação ao papel da experimentação na aprendizagem dos alunos.

A falta de definição e clareza no papel da experimentação no ensino de química na educação básica pode gerar equívocos nas concepções dos alunos sobre o trabalho prático e está relacionada a epistemologia dos professores sobre as atividades experimentais. Como destaca Maldaner (2006), na maioria das vezes, os professores elaboram e executam as aulas práticas de maneira muito restrita e mecânica, sem questionamento, problematização ou adequação ao fim que querem atingir. Geralmente, para planejar essas aulas, limitam-se ao livro didático ou a roteiros de prática pré-estabelecidos, pautados em metodologias do tipo “receita de bolo”, em que os alunos seguem passivamente as instruções. Em função dessa visão simplista, o laboratório é mal aproveitado e os planos de estudos são elaborados de maneira equivocada pelos professores.

Corroborando essa ideia, Hodson (1994) revela que o ensino experimental é promovido em poucas ocasiões e seu potencial é subutilizado. Pelo contrário, grande parte das



práticas que os professores oferecem são mal concebidas, confusas e carecem de valor educativo real. Para que o aspecto formativo desse instrumento pedagógico não seja limitado a um caráter superficial, mecânico e repetitivo, é essencial que as atividades práticas não fiquem restritas aos procedimentos experimentais, mas permitam momentos de estudo, reflexão e discussão teórico e prática (BRASIL, 2006). Embora várias pesquisas tenham provido uma base teórica consistente sobre a natureza da aprendizagem e sobre o valor das atividades experimentais, essas informações tiveram relativamente pouco impacto sobre as práticas educativas (BAPTISTA et al. , 2009).

A motivação para a realização desta pesquisa nasceu das minhas inquietações como professora de química em relação à qualidade das atividades experimentais. Ao longo de dezessete anos atuando na área de ensino como professora da disciplina de química para a Educação Básica, tanto em sala de aula quanto em laboratório, em escolas públicas, observei dificuldades com relação à condução e ao planejamento de atividades relacionadas à química. Sendo assim, buscando suscitar reflexões acerca da qualidade das atividades experimentais em laboratório para o ensino e oferecer possibilidades na condução das mesmas, o presente trabalho apresenta o percurso de uma pesquisa realizada no sentido de tentar desenvolver uma proposta metodológica destinada às atividades experimentais em laboratório que pudesse fornecer aos professores possibilidades de planejamento dessas atividades mais adequadas ao ensino de química na educação básica.

As inquietações, reflexões e questionamentos que deram origem a essa pesquisa encontraram eco nas ideias de pesquisadores que se preocupam com esse tema, portanto, o presente trabalho embasou-se no pensamento de tais pensadores e, portanto, tem como referencial teórico, Hodson (1994), Giordan (1999), Silva e Zanon (2000), Galliazzi et al. (2001), Borges (2002), Maldaner (2006), Moreira, Flores e Sahelices (2009), Zanon (2010) e Chassot (2011).

A pesquisa em questão justifica-se pela necessidade de reflexão sobre a concepção das atividades experimentais para o ensino básico, no sentido de promover aprendizagem através do estabelecimento, em laboratório, de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos processos do conhecimento escolar em química de uma forma menos fragmentada e mais adequada aos objetivos destinados ao ensino de química nesse nível de ensino.

Temos como pressupostos, primeiro, que a qualidade das aulas experimentais de química em laboratório está relacionada à definição de objetivos claros a serem atingidos no ensino básico e que o alcance desses objetivos está vinculado ao planejamento e à elaboração dessas aulas pelo professor. Segundo, que o experimento escolar, por seu grande potencial na significação de conteúdos e conceitos disciplinares e interdisciplinares, pode ser melhor explorado na educação básica, a partir de uma proposta metodológica de ensino que busca estabelecer inter-relações entre a teoria e a prática. E por fim, que o planejamento e execução de atividades experimentais está relacionado à visão do professor sobre as atividades experimentais que pode ter recebido influência de sua formação inicial.

Logo, buscando construir novas possibilidades para a condução de atividades experimentais em laboratório de química, o objetivo deste trabalho foi elaborar uma proposta metodológica para o ensino de química em laboratório e investigar, a partir da análise e das concepções de um grupo de professores, as potencialidades desta proposta na concepção de práticas de laboratório sobre o tema reações químicas organizadas em dois roteiros.

Tal proposta metodológica foi elaborada buscando possibilidades de articulação entre os saberes teóricos e práticos no mesmo momento em laboratório, rompendo a distância entre teoria e prática. Também parte do pressuposto de que a condução e o planejamento de aulas práticas devem estar mais adequados ao que se pretende na educação básica. Com uma abordagem diferente da tradicional, pretendeu proporcionar um olhar mais amplo sobre o tema reações químicas, buscando explorar outros conteúdos do currículo de química para o ensino médio, que fossem subjacentes a esse tema, tais como termoquímica e soluções, além de outros.

O tema Reações Químicas foi escolhido em função das possibilidades de articulação de conteúdos que ele permite e da relevância do mesmo para o ensino de química pois, como ressalta Maldaner (2006), ele é a essência da química. Além disso, todos os assuntos propostos nos programas e vários fenômenos que ocorrem no dia a dia giram em torno da compreensão das transformações químicas.

Os resultados desse trabalho são baseados em dados obtidos através de entrevistas realizadas com oito professores de química de uma escola técnica pública do estado do Rio de Janeiro que utilizaram a proposta metodológica durante o primeiro trimestre do ano de 2011 para ministrarem aulas no laboratório para cerca de setecentos alunos da segunda série do ensino médio dessa escola.

Pretende-se que os resultados dessa pesquisa possam suscitar reflexões sobre a qualidade e os objetivos das aulas experimentais na educação básica, auxiliando na mudança de pensamentos e atitudes de professores em relação à execução e planejamento de aulas práticas, colaborando para a reformulação dessas atividades.

Para melhor compreensão da pesquisa realizada, a dissertação está dividida em quatro capítulos. No primeiro capítulo são feitas considerações sobre experimentação, buscando fornecer um resumido panorama histórico de experimentação ao longo dos tempos. Ainda nesse capítulo, são apresentados alguns tipos de experimentação e suas influências para a aprendizagem, além de discussões acerca da clareza e definição dos objetivos das atividades experimentais. Para finalizar o capítulo, são feitas considerações sobre o papel do professor enquanto mediador das atividades práticas e as influências da sua formação na condução dessas atividades.

O segundo capítulo traz uma abordagem técnica, porém abrangente sobre o tema reações químicas. Com o intuito de ressaltar a importância desse tema para a ciência química, são explorados aspectos das reações químicas, tais como a compreensão do fenômeno químico e sua representação, análise sob o ponto de vista energético, velocidade, espécies participantes, reversibilidade das reações e a possibilidade de transferência de elétrons. Também são analisadas reações que constam dos roteiros, algumas que ocorrem em via seca, como as combustões e as que ocorrem em soluções aquosas, como as de oxidações de metais e de neutralização por exemplo. No final desse capítulo, são feitas considerações sobre as propostas do PCN para o ensino de reações químicas e reflexões sobre a dicotomia que existe entre o que é proposto, como deveria ser e como de fato acontece o ensino deste tema na maioria das escolas.

O terceiro capítulo contempla a metodologia utilizada na pesquisa, descrevendo o contexto em que ela ocorreu, os sujeitos e os instrumentos para coleta dos dados. As análises e discussões dos resultados são divididas nos dois capítulos subsequentes.

No quarto capítulo são apresentadas as concepções dos professores sobre as atividades práticas, as ligações com sua formação docente, assim como as influências que podem exercer em sua ação. No quinto capítulo são descritas as ideias e os procedimentos utilizados na elaboração da proposta metodológica e dos roteiros, além dos detalhes sobre a apresentação e a execução destes pelos professores. Finalizando o capítulo, são feitas as análises e discussões acerca das considerações dos professores sobre a proposta metodológica.

## **1 CONSIDERAÇÕES SOBRE EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA**

A química é uma ciência essencialmente experimental e portanto, ao longo da história, verifica-se que as atividades práticas foram importantes na construção do conhecimento químico e fundamental na consolidação da química como ciência.

Desde a Antiguidade, a experimentação aconteceu à luz de diferentes ideias e características. Dissertar sobre as diferentes concepções de experimentação que permearam a história da química significa reconhecer a contribuição de cada uma delas na construção dos conhecimentos químicos. Sendo assim, nesse capítulo faz-se um passeio por tais concepções, apresentando desde ideias mais antigas como aquelas relacionadas ao empirismo de Aristóteles, passando pelo indutivismo de Bacon e pelo raciocínio lógico de Descartes, reconhecendo as influências da alquimia, das descobertas de Boyle e dos registros de Lavoisier, até chegar aos séculos XIX, quando ocorreu a inserção das atividades práticas no contexto escolar, ao século XX, quando a partir de críticas, surgiram novas propostas até as ideias atuais sobre esse tema.

Pretende-se, a partir desse breve histórico, refletir sobre as críticas e influências das diferentes ideias sobre experimentação na execução de atividades práticas no contexto escolar. Buscamos, dessa forma, identificar aspectos positivos de algumas modalidades de experimentação que possam agregar valores na elaboração e planejamento de atividades práticas para o ensino básico. Partindo-se do pressuposto de que a escolha do tipo de experimentação utilizado pelo professor está vinculada à concepção do mesmo sobre o papel das atividades práticas no ensino básico, em um segundo momento, são apresentadas considerações sobre os objetivos da experimentação nesse nível de ensino. Acreditando também que as concepções dos professores estão relacionadas à formação inicial, são levantadas, na última sessão deste capítulo, questões acerca da formação docente.

### **1.1. Breve histórico**

#### **1.1.1 De Aristóteles à construção do método científico**

A química é uma das ciências naturais que nasceu da filosofia e do pensamento que provinha de observações. Segundo Giordan (1999), há mais de 2300 anos, Aristóteles já ressaltava a importância da experiência na construção da ciência. De acordo com o pensamento aristotélico, o acesso ao plano dos fenômenos ocorria através dos sentidos elementares do ser humano, orientando seu pensamento por meio de uma relação natural com

o fenômeno particular. Nessa época, como não havia instrumentos inanimados de medição, a observação era o principal mediador entre o sujeito e o fenômeno.

As ideias de Aristóteles marcaram presença por toda a Idade Média, época em que a ciência e a experimentação, mais especificamente, tiveram seu caráter empírico reforçado pela alquimia, uma tradição cujos três objetivos principais eram a transmutação dos metais inferiores ao ouro, a obtenção do Elixir da Longa Vida (através da obtenção da pedra filosofal) e a criação de vida humana artificial, os homunculus. Apesar da abordagem considerada mística e da ausência do caráter científico, a alquimia foi importante para a descoberta de diversas substâncias, construção de laboratórios, desenvolvimento de aparelhagens e de muitos procedimentos que mais tarde vieram a ser utilizados pela química. Além disso, contribuiu para o desenvolvimento da técnica, embora não tenha contribuído para o desenvolvimento das explicações dos fenômenos.

De acordo com a literatura, durante toda a Idade Média, a Igreja foi o maior obstáculo para o progresso do conhecimento científico. O obscurantismo do clero combateu longa e duramente a nova ciência, a química, que lentamente se manifestava, baseada na experiência e na razão (CHASSOT, 1994).

Durante o século XVII, a experimentação ocupou um papel essencial na consolidação das ciências naturais, pois ocorreu naquele período uma ruptura com as práticas de investigação vigentes, que consideravam ainda uma estreita relação da natureza e do homem com o divino e que estavam fortemente impregnadas pelo senso comum (GIORDAN, 1999). O pensamento aristotélico, no qual, a experiência baseava-se na observação natural, passou a ser questionado e combatido.

No combate às ideias de Aristóteles e no desenvolvimento do pensamento científico, ao longo do século XVII, três pensadores foram decisivos: Francis Bacon, René Descartes e Galileu Galilei. Esses três pensadores são considerados fundadores da ciência moderna fundamentalmente por sua contribuição na estruturação do que ficou conhecido como método científico, segundo o qual, a experiência é planejada com base num estratagema racional.

De acordo com Giordan (1999), nesse momento, então, a experimentação ocupou um lugar privilegiado na proposição de uma metodologia científica, que se pautava pela racionalização de procedimentos, tendo assimilado formas de pensamento características, como a indução e a dedução.

Francis Bacon defendia o método indutivo, segundo o qual, enunciados gerais eram formulados a partir de observações e coleta de dados sobre o particular, contextualizado no experimento, ou seja, as afirmações universais ou generalizações eram elaboradas a partir de afirmações particulares sobre o mundo. De acordo com a visão de um indutivista, a ciência começa com observações simples e sem preconceitos. Essas observações resultam em dados a partir dos quais generalizações e teorias cristalizam-se. Nessa perspectiva, segundo Hodson (1982), o conhecimento científico é então construído sobre a base segura da observação, da evidência e dos sentidos. Conforme as observações se acumulam, certas leis e teorias são induzidas para explicá-las. A partir dessas teorias é possível fazer certas previsões. Sendo assim, nessa visão, estabelecido um problema, o cientista ocupa-se em efetuar alguns experimentos que o levam a fazer observações cuidadosas, coletar dados, registrá-los e divulgá-los entre outros membros de sua comunidade, numa tentativa de refinar as explicações para os fenômenos subjacentes ao problema em estudo. O acúmulo de observações e dados, ambos derivados do estágio de experimentação, permite a formulação de enunciados mais genéricos que podem adquirir a força de leis ou teorias, dependendo do grau de abrangência do problema em estudo e do número de experimentos concordantes. Em uma abordagem indutivista, não há lugar para a contradição, ou seja, as evidências empíricas devem todas concordar com os enunciados genéricos.

Em contrapartida, René Descartes, pensador, também preocupado em formular uma metodologia científica precisa, propôs o método dedutivo, impondo à experimentação um novo papel, diverso do elaborado por seu contemporâneo Bacon. Descartes considerava que o processo dedutivo (reconhecer a influência causal de pelo menos um enunciado geral sobre um evento particular), ganharia mais força na medida em que o percurso entre o enunciado geral e o evento particular fosse preenchido por eventos experimentais (GIODAN, 1999). Para Descartes, não era o acúmulo de evidências particulares que fortaleciam o enunciado geral, a lei, a teoria. Mas a partir do enunciado geral seria possível formular uma hipótese e baseado nos experimentos, confirmar essa hipótese. Então, nessa linha de pensamento, a experimentação passou a desempenhar um novo papel: o de confirmar a hipótese, atestando a força do enunciado geral. Num processo de dedução, se reconhece a influência casual de pelo menos um enunciado geral sobre um evento particular. De acordo com Giordan (1999), nessa época, ocorreu uma transformação no pensamento científico, pois a experimentação passou a exercer uma característica de controle sobre as variáveis inerentes ao fenômeno em estudo, ressaltando a importância da precisão das medidas no julgamento do fenômeno.

O pensamento racionalista da ciência, implantado por Descartes, passou a ocupar o lugar da prática aristotélica de privilegiar os sentidos na abordagem do fenômeno. O empírico abandonou os sentidos, se apoiando em medidas instrumentais mais precisas, passíveis de reprodução.

Na construção do pensamento científico, o terceiro pensador fundamental, e que também combateu a filosofia aristotélica foi Galileu Galilei. Segundo ele, a experimentação deveria ter um papel central no fazer ciência, o de legitimadora (GIORDAN, 1999). A partir do que foi relatado, pode-se constatar que a atividade experimental ocupou um papel essencial na consolidação das ciências a partir do século XVII, dentro de uma lógica de formulação de hipóteses e verificação da sua veracidade (MENEZES, 1982 *apud* MORDIDO, 2006).

#### 1.1.2 A experimentação de Boyle e Lavoisier: o nascimento da química como ciência

No século XVII, Robert Boyle reforçou ainda mais a importância da experimentação, pois a partir da realização de várias experiências com gases, mudou totalmente a visão de alguns conceitos existentes na época (CHASSOT, 1994). Boyle era um experimentador crítico das ideias de Aristóteles e defensor do método do raciocínio científico de Descartes, baseado em ideias claras e distintas. Ele realizava estudos sistemáticos e rigorosos do comportamento dos gases e de reações de combustão e a partir deles, em 1661, esse filósofo inglês publicou o livro *O químico cético*, no qual registrou a substituição da palavra alquimista por químico o que marcou o rompimento com as concepções medievais a respeito da matéria. Com seus experimentos, ele tentava buscar explicações mais lógicas para os fenômenos químicos. Também sugeria a observação de substâncias individuais e suas transformações, assim como há muito tempo já era feito na astronomia, matemática ou na física, buscando dessa maneira, trazer a química para uma visão mecânica da natureza. Boyle foi muito atacado e criticado por ir contra o método e as ideias de Aristóteles, mas utilizava os experimentos para provar seus argumentos. Entretanto, como não chegou a formular uma teoria e por utilizar os experimentos de forma muito mais qualitativa do que quantitativa (diferente do que mais tarde faria Lavoisier e Dalton), Boyle não é considerado, na história, como o “Pai da Química” (esse título coube, posteriormente a Lavoisier).

Apesar da realização de experimentos e da preocupação com a construção da ciência e do pensamento científico serem anteriores ao século XVIII, a consolidação da química

moderna (como ciência), ocorreu somente no final desse século. Antes, o pensamento científico fervilhava, mas a química ainda estava marcada pela alquimia, associada à magia, ao misticismo. Ela ainda não tinha o status de ciência, como a física já possuía. Havia muito preconceito em relação ao trabalho dos químicos, que era visto como uma atividade artesanal, em que apenas se manipulavam substâncias.

Somente no final do século XVIII, a partir da sistematização e do registro dos ensinamentos e descobertas do trabalho experimental do francês Antoine Lavoisier, em seu livro *Traité élémentaire de chimie*, publicado em 1789, a química foi reconhecida como ciência. Em função disso, Lavoisier é considerado por muitos, o “Pai da Química” e seu livro, como a certidão de nascimento da química moderna. A partir desse momento, foi estabelecido um novo paradigma e celebrou-se a definitiva transição da alquimia à química: o mágico cedeu lugar ao científico e a química ascendeu ao fórum das ciências (CHASSOT, 1994).

### 1.1.3 A experimentação no contexto escolar do século XVIII aos dias atuais

É importante ressaltar que a partir do final do século XVIII ocorreu a união entre o trabalho experimental (experimentação), feito em laboratórios (trabalho prático), com a correspondente busca das explicações da natureza da matéria e as razões de suas transformações químicas (trabalho teórico).

Surgiram então, professores de química em diferentes lugares nos EUA e Inglaterra. Entretanto, alguns autores sinalizam que o ensino sistemático em laboratório foi introduzido somente no início do século XIX por Thomas Thomson, enfatizando o desenvolvimento de competências relacionadas com a investigação e a indústria (MOREIRA; FLORES; SAHELICES, 2009).

Percebe-se portanto, que embora seja antiga a importância atribuída às atividades experimentais, somente a partir do século XIX elas foram introduzidas no ensino, inseridas na educação em ciência moderna (GALLIAZZI et al., 2001). Porém Petitat (1994 *apud* GALLIAZZI et al., 2001) salienta que no século XVIII, na França, já existiam pelo menos 600 locais de experimentação e observação.

De acordo com Galliazzi et al. (2001), a origem das atividades experimentais nas escolas foi influenciada pelo trabalho experimental que era desenvolvido nas universidades e que tinha por objetivo melhorar a aprendizagem do conteúdo científico, porque os alunos



aprendiam os conteúdos, mas não sabiam aplicá-los. Provavelmente nesse fato esteja a origem do estereótipo atual de laboratório escolar, isto é, semelhante ao do ensino superior.

Em uma fase posterior, apostou-se em mais experiências para os estudantes e mais tempos quer nos laboratórios, quer na elaboração dos relatórios. No entanto, alguns problemas foram detectados tais como os altos custos do trabalho laboratorial, a disponibilização de tempo para a realização de mais trabalhos em laboratório e a ineficácia dos mesmos (MENEZES, 1982 *apud* MORDIDO, 2006).

No início do século XX, o ensino da ciência de laboratório teve um *boom* com particular ênfase para o trabalho experimental, mas entrou em conflito nos anos vinte e trinta por causa da importância que ele começou a dar a manifestações sem provas educacionais justificáveis (GONÇALVES, 2005).

Apesar da experimentação fazer parte do discurso sobre a educação em ciências, a disseminação da sua relevância ocorreu mais fortemente a partir de 1960, período em que surgiram projetos valorizando o “ensino experimental” (GONÇALVES, 2005).

Na área de química, tais projetos educativos iniciaram, principalmente, nos Estados Unidos e na Inglaterra, influenciados pelo lançamento do Sputnik pela Rússia, em 1957, representando um impulso ao ensino da ciência, pois os EUA tinham interesse em formar novos cientistas.

Pode-se destacar o projeto americano *Chemical Educational Material Study* (CHEMS), que foi elaborado por eminentes cientistas de vários campos da química e por professores do ensino secundário. Este projeto deu origem a um livro que foi sendo testado, reavaliado e utilizado por aproximadamente 45.000 estudantes. Houve também o *Chemical Bond Approach Project* (CBA), que, por sua vez, preparou edições experimentais do texto e do guia de laboratório, utilizados por cerca de 200 professores e 10.000 estudantes e avaliados por cientistas de renome. Também ofereceram uma contribuições importantes os cursos de biologia, química e física desenvolvidos na Inglaterra pela Nutfield Foundation (GALLIAZZI et al., 2001). Esses e outros projetos de ensino foram traduzidos para diversos idiomas e se difundiram pelo mundo.

Tais projetos eram baseados no ensino por descoberta e o objetivo central era orientar o ensino da ciência para a aprendizagem do método científico, ideias que converteram-se em referências obrigatórias na época.

Segundo Hofstein e Luneta (2004), como as atividades experimentais eram utilizadas para incentivar os estudantes à investigação, o laboratório se tornou, pelo menos para os educadores e elaboradores de currículos, o centro do ensino e aprendizagem em ciências. Era como se coubesse ao laboratório a tarefa de ajudar os estudantes a desenvolverem uma nova concepção sobre a natureza da ciência e a investigação científica com ênfase na abordagem da descoberta.

Em decorrência das ideias difundidas pelos novos projetos educacionais, na educação em ciências foi abandonada a crença na aprendizagem apenas por meio de estudos de manuais, compêndios, leis e conceitos, incorporando-se também trabalhos empíricos (GONÇALVES, 2006). No entanto, tais projetos, mesmo representando avanços em relação aos antigos compêndios, incluíam características bastante conteudistas e estavam mais preocupados com a formação de futuros cientistas do que com a formação de conceitos.

No Brasil, um livro do projeto CHEMS foi publicado na década de 60, com o nome *Química – uma ciência experimental*. Uma das características desse material didático era a visão empirista de ciência, salientando o entendimento de que todo o conhecimento deriva da experimentação; e os sentidos fornecem as bases seguras para a ciência. Porém, apesar da qualidade técnica desses projetos de ensino norte-americanos e ingleses, seus pressupostos ainda hoje são alvo de críticas pelos professores vinculados às pesquisas em educação, em função das discussões atuais sobre a natureza do conhecimento científico. Mesmo assim, não há como negar sua relevância para o desenvolvimento da área de educação em ciências, trazendo resultados positivos para a formação inicial e continuada de professores no Brasil, além de contribuir para renovar as expectativas docentes (GONÇALVES, 2005).

A sociedade brasileira passou, nas décadas de 1970 e 1980, por profundas mudanças em função da revolução tecnológica. Era papel da escola tentar acompanhá-las. Sendo assim, para suprir as novas necessidades do mercado, iniciou-se o processo de democratização do ensino, com maior abertura ao ensino para as classes de menor poder aquisitivo (KRASILCHIK, 1987).

A escola, neste período, era influenciada pela tendência tecnicista, amparada por uma filosofia de ensino tradicionalista, na qual o professor era o centro do processo de ensino-aprendizagem e o aluno um ser passivo, servindo como receptáculo às informações do mestre (ATAÍDE; SILVA, 2011).

A década de 1980, em especial, foi marcada pela contestação deste modelo de ensino-aprendizagem, que mostrava, em alguns casos, não dar conta de instrumentalizar os alunos frente às teorias científicas. Nesta direção, o modelo construtivista, que surgiu como antagônico ao modelo tradicionalista e de natureza behaviorista, seria empregado na inovação e construção de várias metodologias de ensino (ATAÍDE; SILVA 2011). Contudo, como destaca Carvalho e Gil-Pérez (2006), muitas destas inovações, sejam elas curriculares ou metodológicas, não alcançavam as salas de aulas e os professores que lá atuavam. Isto dificultou e ainda dificulta, nos dias atuais, as perspectivas de uma renovação no ensino.

No Brasil, o ensino de ciências e da química, em particular, em função de seu percurso histórico, não foi tratado com a necessária importância e valor como aconteceu em países como a Itália, Inglaterra, Alemanha e França. Como aponta Grandini e Grandini (2005), aqui, diferentemente dos países europeus, houve uma preocupação apenas com o conhecimento necessário para a utilização das tecnologias, visando o desenvolvimento do projeto econômico do país, com interesse político de ordem desenvolvimentista e não no sentido de despertar a curiosidade, criatividade, apreensão de conhecimentos e a reflexão crítica do educando, bem como de exercer sua cidadania, que é a proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997) para o ensino de ciências.

Segundo Hofstein e Luneta (2004), entre os anos sessenta e oitenta, várias pesquisas foram realizadas no sentido de investigar as variáveis e definições a respeito da singularidade do laboratório de ciências em geral e sua eficácia, em particular. É fato que nos últimos anos grande quantidade de trabalhos tem discutido, analisado e criticado o papel da experimentação no ensino de química pela maneira como ela tem ocorrido (GRANDINI; GRANDINI 2005).

Entretanto, de acordo com Giordan (1999), atualmente, apesar de existirem muitas pesquisas no sentido de introduzir de maneira mais efetiva as atividades experimentais em laboratório no ensino de química e dos materiais disponíveis, tais como revistas e periódicos, como a Química Nova na Escola (que apresenta uma seção exclusiva sobre atividades experimentais), ainda há uma distância muito grande entre as ideias relacionadas à pesquisa e o que efetivamente ocorre na maioria das escolas.

No contexto escolar, a realidade é muito distante daquela sugerida nas pesquisas e na química, apesar das críticas e discussões sobre as atividades práticas, ainda hoje, prevalece

uma grande influência das ideias empirista-indutivistas, pois tal visão compõe a concepção de muitos professores.

Acredita-se que uma das maneiras de modificar tais concepções é promover reflexões acerca da experimentação e apontar possibilidades de atividades práticas, de tal forma que o professor possa lançar mão do tipo de experimentação que for mais adequado à realidade da sua escola, de seus alunos e ao alcance de seus objetivos.

## **1.2 Tipos de atividades experimentais**

A atividade experimental dos estudantes tem sido o centro da atenção de muitas investigações sobre o ensino das ciências (SILVA; NUÑEZ, 2002). Na prática científica e até mesmo no dia a dia usa-se a expressão “realizar experiência”, no sentido de experimentar, verificar uma hipótese, ensinar, testar, submeter à prova. Já no empirismo da Idade Moderna, a experiência era considerada fonte do conhecimento. Mas do ponto de vista fenomenológico, a experiência está relacionada à vivência. Entretanto, no contexto educacional, a experimentação além de ser uma forma de organização do processo de ensino-aprendizagem, é um método de ensino e, como tal, subordina-se às funções didáticas.

No ensino de química, em particular, o método experimental é aquele que permite o desenvolvimento do aprendiz no domínio de saber e saber fazer, pois durante a realização da experiência há uma unidade de atividades mentais onde se criam e se desenvolvem capacidades, habilidades e pensamentos. Sendo assim, a realização de uma experiência pode proporcionar uma certa aquisição e, conseqüentemente, um certo enriquecimento do sujeito, seja cognitivo, afetivo ou emocional, o que justifica a realização do trabalho prático.

Embora a experimentação esteja presente na história da química desde a Antiguidade, somente a partir da segunda metade do século XIX as aulas experimentais foram introduzidas no ensino, com o objetivo de desenvolver capacidades de observação e manipulação. Ocorre, entretanto, que estas aulas eram essencialmente demonstrativas (GALLIAZZI et al., 2001). Até o final dos anos cinquenta do século passado, as atividades em laboratório de ensino eram baseadas em atividades sugeridas em palestras, descritas em livros ou indicadas nos manuais de laboratório.

No âmbito educacional, Hodson (1988), afirma que o trabalho prático engloba três modalidades: o laboratorial, o de campo e o experimental. De acordo com esse autor, o trabalho prático, enquanto recurso didático à disposição do professor, inclui todas as

atividades em que o aluno esteja ativamente envolvido (no domínio psicomotor, cognitivo e afetivo). Desta forma, pode-se inferir que o trabalho prático engloba tanto o trabalho laboratorial quanto o de campo e, basicamente, o que difere os dois é o local onde cada um acontece. O trabalho laboratorial inclui atividades que requerem a utilização de materiais de laboratório, mais ou menos convencionais, e que podem ser realizadas num laboratório ou mesmo numa sala de aula normal, desde que não sejam necessárias condições especiais, nomeadamente de segurança, para a realização das atividades.

Esta pesquisa se debruçou sobre as atividades experimentais em laboratório e, portanto seus estudos estão relacionados ao trabalho laboratorial, o que não impede que ofereça contribuições para os demais tipos de trabalhos práticos.

Como aponta Giordan (1999), de uma maneira geral, as atividades experimentais podem ser conduzidas de duas formas: ilustrativa e investigativa. A escolha de uma ou de outra forma está relacionada à acepção teórica na qual se apoia o professor que conduzirá as mesmas. A experimentação ilustrativa geralmente é mais fácil de ser conduzida, e é empregada para demonstrar conceitos discutidos anteriormente, sem muita problematização e discussão dos resultados experimentais. Já a experimentação investigativa, por sua vez, é empregada antes da discussão conceitual e visa obter informações que subsidiem a discussão, a reflexão, as ponderações e as explicações, de forma que o aluno compreenda não só os conceitos, mas as formas de pensar e falar sobre o mundo por meio da ciência.

Nessa linha de raciocínio, as atividades experimentais podem contemplar desde demonstrações até atividades prático-experimentais dirigidas diretamente pelo professor ou indiretamente através de um roteiro - e ainda atividades abertas. Todas podem ser úteis, dependendo dos objetivos que o professor pretende com a realização das atividades propostas (MOREIRA; LEVANDOWSKI, 1983).

Portanto, como sugere Borges (2002), o grau de abertura das atividades experimentais, pode variar de acordo com a forma de condução do experimento. Sendo assim, como mostra a Tabela 1.1, na abordagem tradicional, o problema, os procedimentos e os recursos são dados pelo professor, livro ou roteiro, ficando para o aluno a tarefa de colher dados e tirar as conclusões. Numa investigação aberta, ao contrário, cabe ao estudante toda a solução, desde a percepção e geração do problema; sua formulação em uma forma suscetível de investigação; planejamento do curso de suas ações; escolha dos procedimentos, seleção dos equipamentos e materiais, preparação da montagem experimental, realização de medidas e observações

necessárias; registro dos dados em tabelas e gráficos; interpretação dos resultados e enumeração das conclusões.

Entre esses dois extremos, que determinam quem possui o controle ou a responsabilidade por certas etapas da atividade prática, há um número de possibilidades através da divisão dessas tarefas entre o professor e os estudantes.

Tabela 1.1 – Características das atividades tradicionais e investigativas em laboratório.

| ASPECTOS                 | LABORATÓRIO TRADICIONAL              | ATIVIDADES INVESTIGATIVAS        |
|--------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| Roteiro de procedimentos | Pré-definido, tipo “receita de bolo” | Liberdade total no planejamento  |
| Grau de abertura         | Restrito                             | Variado grau de abertura         |
| Objetivo da atividade    | Comprovação de leis                  | Exploração dos fenômenos         |
| Papel do estudante       | Passivo                              | Ativo                            |
| Atitude do Estudante     | Compromisso como resultado           | Responsabilidade na investigação |

Fonte: Borges (2002, p. 12)

Numa abordagem ainda mais detalhada, Tamir (1991) destaca que as atividades investigativas podem ser categorizadas em quatro níveis, de acordo com o grau de abertura, como mostra a Tabela 1.2. As ideias relacionadas à categorização em níveis sugerida por Tamir (1991) podem ser associadas aos quatro estilos de atividades experimentais apontados por Galliazzi et al. (2001). Segundo a autora, os estilos expositivo, de investigação, de descoberta e as atividades baseadas em problemas, permearam a história da educação em ciências.

Tabela 1.2 – Níveis de categorização das atividades investigativas.

| Nível de Investigação | Problemas | Procedimentos | Conclusões |
|-----------------------|-----------|---------------|------------|
| Nível 0               | Dados     | Dados         | Dados      |
| Nível 1               | Dados     | Dados         | Em aberto  |
| Nível 2               | Dados     | Em aberto     | Em aberto  |
| Nível 3               | Em aberto | Em aberto     | Em aberto  |

Fonte: Tamir (1991, p.10)

No nível 0 (estilo expositivo), correspondente aproximadamente ao extremo de “problema fechado”, o professor tem papel ativo, pois cabe a ele a total responsabilidade sobre o experimento, desde sua concepção e elaboração até sua execução. Sendo assim, o problema, os procedimentos e aquilo que se deseja observar/verificar são dados, ficando a cargo dos estudantes coletar informações e confirmar ou não as conclusões.

As atividades práticas, nessa abordagem se destinam a ilustrar, tornar interessante, complementar e facilitar a compreensão de conteúdos trabalhados em sala de aula (teoria), além de auxiliar o aluno a desenvolver habilidades de “observação” .

Como nessa abordagem, os alunos são espectadores passivos, aos quais cabe somente a observação, há de se tomar cuidado para que esse tipo de atividade não se torne mais interessante para o professor do que para o próprio aluno. É preciso que esteja claro para o aluno o que deve ser observado e a importância do seu papel enquanto observador. Esse tipo de experimentação pode ter algum valor pedagógico em momentos específicos da aula, entretanto, como não há espaço para o diálogo e para as reflexões e também não são considerados os conhecimentos prévios dos alunos, esse tipo de abordagem contribui pouco para a construção dos conhecimentos e conceitos químicos em si.

No nível 1, estão incluídas as atividades executadas no modelo tradicional, ou seja, problema e procedimentos são definidos pelo professor, através de um roteiro com passos rígidos a serem seguidos, no modelo “receita de bolo”. Ao estudante cabe manipular os equipamentos e dispositivos experimentais, medir variáveis, seguindo o roteiro, coletar os dados indicados e obter as conclusões. Ao final do experimento é solicitada a elaboração de um relatório com conteúdos teóricos, gráficos, resultados e suas análises (FERREIRA,1978 *apud* ALVES FILHO, 2000; DOMIN,1999).

Nesse tipo de atividade a ênfase está na verificação e comprovação de leis, pois, embora haja participação ativa do aluno, sua contribuição é mais no sentido de desenvolver habilidades específicas. Como o roteiro é pré-estabelecido pelo professor, resta ao aluno uma liberdade restrita para modificar a montagem das aparelhagens, além disso, em função da rigidez organizacional e da necessidade de seguir as instruções, não sobra tempo para reflexões e não há liberdade para tomada de decisões.

As atividades experimentais expositivas e as tradicionais são as mais criticadas nas obras sobre o tema (DOMIN, 1999; GALIAZZI et al., 2001), pois seu papel se resume em comparar um resultado obtido empiricamente com o resultado esperado teoricamente. Além

disso, os alunos limitam-se a seguir os passos indicados em um roteiro que valoriza a tomada de dados e controle de variáveis, como se fossem meros expectadores e receptores de conceitos, teorias e soluções prontas e aos professores coubesse somente elaborar os roteiros e observar o comportamento dos alunos.

Ao contrário das atividades experimentais expositivas e das conduzidas de maneira tradicional, os experimentos de investigação e os de descoberta (nível 2), têm como propósito envolver os alunos de forma mais efetiva no processo de aprendizagem.

Como apontou Borges (2002), as atividades investigativas podem ter vários graus de abertura, sendo assim, os experimentos realizados sob essa perspectiva podem ser feitos por demonstrações pelo professor ou então realizadas pelos alunos. Quando aquele realiza demonstrações, não necessariamente significa que estes não poderão participar da construção de um conceito, pelo contrário, se o docente, ao conduzir o experimento de forma demonstrativa, agir como mediador, orientando, questionando os estudantes e propondo desafios, essa atividade possivelmente terá as características de uma atividade de investigação na qual os estudantes poderão intervir, argumentar e expor seus raciocínios (STUART; MARCONDES, 2008). Entretanto, se o professor apenas demonstrar um experimento para comprovar uma teoria e não o problematizar, concebendo ao aluno atuar como mero expectador e receptor de conceitos, teorias e soluções prontas, essa atividade perderá grande parte das potencialidades que a experimentação investigativa pode desenvolver.

Nas atividades investigativas em que o aluno tem papel ativo, apenas a situação-problema é dada, cabendo a ele a responsabilidade de decidir sobre o procedimento experimental a ser adotado, sobre os dados a coletar, sobre as medições requeridas para a resolução do problema lançado pelo professor, com os recursos disponíveis e a partir de um projeto estruturado. O professor se torna um questionador, conduzindo perguntas, mediando a atividade e propondo desafios aos alunos para que estes possam levantar suas próprias hipóteses e propor possíveis soluções para o problema.

Nesse tipo de atividade ocorrem dois momentos: o de familiarização com os equipamentos experimentais e técnicas de medidas (etapa igual para todos os alunos) e o de tomada de decisão sobre a atividade que realizará, objetivos, hipóteses a serem testadas, equipamento a utilizar e prazo.

Na abordagem da descoberta, a observação e as atividades experimentais são a fonte de conhecimento, ou seja, todas as teorias devem ser descobertas a partir de dados empíricos



originados da observação. Essa abordagem foi uma tentativa de superar as muitas críticas feitas ao laboratório tradicional e conferir ao aluno um papel mais ativo no processo de aprendizagem. Essa abordagem contabilizou alguns pontos positivos e importantes para o ensino das ciências, a exemplo do desenvolvimento da atitude de responsabilidade dos alunos face à aprendizagem, e da motivação pela experimentação, no sentido de aprender a “descobrir” e a observar, entretanto, como aponta Hodson (1994), seu equívoco lógico, na época, foi fundamentar-se nas teses empirista-indutivistas, uma estrutura epistemológica sobre a construção do conhecimento hoje superada.

Uma das heranças da aprendizagem por investigação e descoberta é o conhecimento dos alunos sobre a natureza da investigação científica, amplamente apontado pelos resultados das pesquisas na área, sinalizando para a importância do método científico e da observação como fonte de conhecimento (HODSON, 1994). Sendo assim, em função dessa concepção da natureza do trabalho científico - marcada pelo método indutivo, que ignora os aportes da nova epistemologia da ciência e é caracterizada por uma visão do método científico, que supervaloriza a atividade científica, apresentando os resultados da ciência, como verdades inquestionáveis e rígidas (SILVA; NÚÑEZ, 2002) - o ensino por descoberta foi criticado por diferentes autores.

Entretanto, como afirma Giordan (1999), apesar dos experimentos por descoberta, influenciados pelos programas de ensino predominantes até o final da década de 60 terem contribuído pouco para aprendizagem de conceitos, em função da sua orientação positivista, foram a base da reforma na educação em ciências e suas ideias permearam fortemente o discurso dos professores nessa época. Assim, apesar das críticas e de alguns equívocos do método da descoberta, ele constitui um passo importante na construção da didática das ciências, pois sinalizou a necessidade de mudança no ensino tradicional e suas ideias marcaram fortemente e ainda estão muito presentes no discurso dos professores e, de modo evidente, sinalizou a necessidade de mudança no ensino tradicional.

As atividades por descoberta podem ser de grande valia em determinados momentos de uma aula prática, porém há de se ter cuidado na elaboração dessas atividades, pois, como aponta Gonçalves (2005), da maneira como são propostas e desenvolvidas algumas atividades de descoberta, não possibilitam que os estudantes aprendam habilidades inerentes às investigações, como a formulação de problemas, construção de hipóteses e a opção por procedimentos. Segundo o autor, entender que os alunos sejam capazes de “descobrir” alguma teoria por meio da observação é uma maneira ingênua de compreender a aprendizagem e a

construção do conhecimento científico. Uma outra ressalva deve ser feita em relação aos conceitos prévios dos estudantes, pois muitas vezes nesse tipo de abordagem, os mesmos não são considerados. Sendo assim, em várias ocasiões os estudantes realizam experimentos sem a ideia clara do que estão fazendo, de tal forma que não se mostram capazes de identificar as questões básicas (os conceitos e fenômenos contidos no experimento), além de apresentarem limitações para entender a experimentação como um processo de construção e reconstrução do conhecimento. Daí a importância na definição e clareza dos objetivos a serem alcançados na atividades experimentais.

Finalmente, as atividades baseadas em problemas (nível 3) são consideradas abertas e nelas o estudante tem autonomia e poder de decisão. Deve fazer tudo, desde a formulação do problema, elaboração do cronograma e escolha das tarefas e estratégias até as conclusões. Para isso, portanto, precisa estar familiarizado com as técnicas e procedimentos do laboratório. Na verdade, essa abordagem é como um estágio para a formação técnica ou superior. Após a realização do trabalho prático um relatório experimental deverá ser elaborado e artigos deverão ser publicados.

De acordo com Gonçalves (2005), as atividades experimentais baseadas em problemas foram menos influentes do que aquelas fundamentadas na aprendizagem por investigação e descoberta na reforma ocorrida na educação em ciências na década de 1960 (DOMIN, 1999). Desde então, é possível encontrar diferentes contribuições sobre esse modo de desenvolver experimentos e as publicações atuais sobre o assunto mostram-se comprometidas, principalmente, com a superação dos pressupostos empirista-indutivistas. Uma possibilidade de desenvolver atividades experimentais problematizadoras são os denominados experimentos p.p. – *plantean problema* -, que se caracterizam pela formulação de perguntas considerando o conhecimento inicial dos alunos, indicação de soluções prováveis, comprovação das soluções e compartilhamento e discussão dos procedimentos e soluções. Esses experimentos precisam incluir uma ou mais dessas características (DE JONG, 1998).

Os experimentos p.p. podem ser divididos em diferentes categorias, de acordo com a participação dos alunos. Ou seja, os alunos podem se envolver em todas as etapas – construção do problema, formulação de hipóteses, planejamento e realização do experimento, apontar dados e observações e propor conclusões - no desenvolvimento da atividade experimental, ou em apenas uma parte dessas etapas; neste caso, o professor se responsabiliza pela realização das demais etapas. Segundo De Jong (1998), o fato dos experimentos p.p. se dividirem em categorias favorece a participação dos alunos de forma crescente na resolução

de problemas. Entretanto, é possível perceber que, dificilmente um aluno do ensino médio ou até mesmo no ensino superior, consiga se responsabilizar, de maneira independente do professor, por todas as etapas de um experimento p.p.

Entretanto, embora experimentos desse tipo representem um avanço em relação à visão empirista, também podem ser considerados reducionistas, pois vinculam prioritariamente a investigação às atividades experimentais. Essa compreensão é compartilhada por Gil e Valdés (1996) que alertam que é preciso superar a dimensão meramente experimental, pois existem outros pontos, além da experimentação, essenciais para uma investigação.

Atualmente, há um grande número de pesquisas relacionadas às práticas construtivistas na crença de que são mais efetivas no desenvolvimento dos alunos, além disso, existe uma tendência em investir em atividades experimentais com um caráter indagador, superando a ingenuidade da experimentação cunhada nas teses empirista-indutivistas que caracterizaram os projetos de ensino norte-americanos e ingleses, lançados na década de 60 do século passado.

Diante do que foi exposto nesta sessão, pode-se inferir que o uso da experimentação como estratégia de ensino de química tem sido alvo de inúmeras pesquisas nos últimos anos, havendo extensa bibliografia em que diferentes autores analisam as vantagens de se incorporar atividades experimentais. Entretanto, a forma e os meios com que a experimentação é empregada diferem significativamente nas propostas investigadas, de modo que os trabalhos de vários autores apontam para diversas tendências no uso desta estratégia. Portanto, ao tomar conhecimento das possibilidades em relação à condução do trabalho prático em laboratório, o professor poderá lançar mão, em uma mesma aula, de algumas ideias propostas em diferentes modalidades, utilizando vários tipos de experimentação, buscando desenvolver as competências dos alunos e adequando a condução da aula aos objetivos a serem alcançados. Entretanto o planejamento deve estar de acordo não só com os objetivos a serem alcançados, mas principalmente à realidade da escola e ao nível de ensino. Diante da escassez de aulas práticas nas escolas brasileiras, acredita-se ser pouco produtiva a utilização de apenas uma modalidade. Sendo raros os momentos em laboratório, estes não devem ser mal aproveitados, ao contrário, precisam ser amplamente explorados no sentido de promoção da aprendizagem e da construção de conhecimentos. Diante do que foi exposto, parece necessário adequar as atividades experimentais no ensino de química em laboratório na educação básica, refletindo sobre seu papel em escolas cuja frequência de aulas ainda é baixa.

### 1.3 Objetivos da experimentação

#### 1.3.1. Importância da clareza e definição dos objetivos da experimentação

O ensino de ciências naturais, e em particular da química, tem entre seus objetivos, possibilitar que os estudantes desenvolvam suas capacidades, habilidades e destrezas, despertando neles uma atitude de investigação. Procura evitar que concebam a química como um acúmulo de dados, conceitos, princípios. Visa, ao contrário, que possam relacionar os fenômenos e as situações da vida diária às teorias, garantindo a curiosidade sobre o porquê das coisas. Uma das formas de se alcançar esses objetivos é a realização de trabalhos práticos (FERNADEZ; ANDRÉS, 2009).

A experimentação em laboratório no ensino de química constitui um bloco diferenciado no ensino de ciências. Assim, a clareza dos objetivos, não só para os professores, mas também para os alunos, é fundamental, pois embora seja consenso entre professores e alunos que as atividades experimentais constituem momentos importantes para o processo de ensino das ciências, há divergências entre a visão dos professores e dos próprios alunos sobre os objetivos das mesmas. Muitas vezes, atribuem a essas atividades o papel determinante na resolução de quaisquer dificuldades relacionadas à aprendizagem das ciências (visão holística e de suprautilização). Outras vezes, imprimem uma visão reducionista do trabalho prático de laboratório (infrautilização).

Entretanto, a definição com clareza desses objetivos é complexa, pressupõe inúmeras discussões e não tem sido tarefa fácil, pois depende de muitos fatores, que podem incluir: abordagens de ensino, o tipo de atividade, tipo de ferramenta de avaliação, o nível de educação que atenda a instrução de desenvolvimento curricular, a relação entre os objetivos a serem alcançados e como eles pretendem ser alcançados (BARBERA; VALDÉS, 1996). Dessa forma, o papel das atividades experimentais no ensino de química tem sido objeto de críticas, discussões e estudos ao longo da história, sendo ainda hoje uma área de pesquisa ativa (MOREIRA; FLORES; SAHELICES, 2009).

#### 1.3.2 Objetivos da experimentação pretendidos na educação básica

Na literatura pode-se encontrar listagens de objetivos enumerados por vários autores, sinalizando uma evolução da visão das atividades experimentais ao longo da história da educação em ciências. No século passado prevalecia uma concepção fortemente tecnicista e voltada para a formação do cientista, na qual a prática servia à teoria científica, privilegiando

as atividades de verificação e manipulação segura de equipamentos, o que não contribui para compreender a *natureza sintática* de disciplinas científicas, ou seja, hábitos e habilidades das pessoas ao praticá-las. A partir do final século XX e início do século XXI, predominou uma visão mais relacionada à natureza pedagógica do experimento, mais adequada ao âmbito escolar (educação básica).

Galliazzi et al. (2001) e Izquierdo, Sanmartí e Espinet (1999) argumentam que a atividade de laboratório na escola pode ser direcionada para que atinja diferentes objetivos, tais como: facilitação de aprendizagem, desenvolvimento de habilidades motoras, hábitos, técnicas e manuseio de aparelhos, aprendizagem de conceitos e suas relações, leis e princípios, dentre outros.

A partir de pesquisas com um grupo de professores e graduandos do curso de licenciatura em Química sobre os objetivos de se fazer atividades experimentais no ensino médio, Galliazzi et al. (2001) elencaram quatro grupos: desenvolver o saber (conhecimento conceitual); desenvolver o saber fazer (conhecimento procedimental); desenvolver o ser (conhecimento atitudinal); desenvolver o saber e o saber fazer. De acordo com os autores, dentre todos os objetivos, os mais destacados foram: aprender por meio da prática os conceitos científicos, fazer a prática para deduzir a teoria, propor hipóteses para solucionar problemas sugeridos, desenvolver a observação, desenvolver o raciocínio e desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo.

Para Hodson (1994), o ensino de ciências envolve três aspectos inter-relacionados, separados para fins didáticos, mas insuficientes por si só, que são: (a) *da aprendizagem das ciências* (o corpo teórico/conceitual da ciência), (b) *aprender sobre a natureza da ciência* (seus métodos e interação com a sociedade), e (c) *aprender a fazer ciência* (prática idiossincrática holística e integradora da atividade de investigação do conhecimento teórico e metodológico para resolver problemas). Nessa perspectiva e de acordo com pesquisas feitas com professores, o autor agrupa os objetivos para o uso de experimentos em cinco categorias gerais: para motivar; para ensinar as técnicas de laboratório (aquisição de habilidades); para aprender conhecimentos científicos; para aprender sobre o método científico e desenvolver a habilidade em sua utilização; para desenvolver determinadas atitudes científicas.

Segundo Grandini e Grandini (2005), o experimento em laboratório pode propiciar aos alunos uma vivência e manuseio de instrumentais, possibilitando o conhecimento de diversos tipos de atividades, podendo estimular-lhes a curiosidade e a vontade em aprender a vivenciar

ciência. Deverá o laboratório incentivar o aluno a conhecer, entender e aprender a aplicar a teoria na prática, dominando ferramentas e técnicas que poderão ser utilizadas em pesquisa científica. Ele deve aprender a observar cientificamente, interpretar e analisar experimentos através da objetividade, precisão, confiança, perseverança, satisfação e responsabilidade. No laboratório também se desenvolve o trabalho cooperativo, ou seja, alunos trabalhando em grupo o que favorece a discussão e possibilita o desenvolvimento e a prática de habilidades intelectuais, promovendo a conceitualização.

De acordo com Seré (2002 *apud* FERNANDEZ; ANDRÉS, 2009) o trabalho de laboratório, no contexto educacional, apresenta três objetivos: conceitual, epistemológico e procedimental. No âmbito conceitual, privilegia-se o aprendizado das teorias, leis que envolvem os fenômenos, além da aplicação dos conhecimentos teóricos na prática, considerando que não é possível a realização do trabalho prático sem a utilização de conceitos. O objetivo procedimental envolve o conhecimento dos procedimentos, possibilitando a autonomia dos estudantes no laboratório.

No que diz respeito à relação teoria-experimento, Fernandez e Andrés (2009) assinalam que é possível estabelecer três tipos de atividades experimentais: exploração, contraste e aplicação. No primeiro busca-se que a partir da observação e interação com novos fenômenos, o aluno identifique regularidades e modelos. A segunda, deve possibilitar a comparação entre os resultados obtidos na prática com o que está previsto na teoria. E na aplicação o aluno deve aprender a fazer interferências experimentalmente e aplicar as ideias da ciência na prática.

Nessa perspectiva, um papel importante da educação é desenvolver habilidades que permitam o acesso individual ao conhecimento e suas relações (KIRSCH, 1992 *apud* MOREIRA; FLORES; SAHELICES, 2009), por esta razão, o trabalho prático deve ir além do simples desenvolvimento de competências de manipulação, ou motivação, pois embora sejam importantes e necessárias, são insuficientes (HODSON, 1994).

O laboratório de ciências fornece uma base sobre fenômenos e eventos que se contrapõe à percepção desordenada do cotidiano. Entretanto, a simples introdução de atividades práticas nos cursos de química e de ciências não resolve as dificuldades de aprendizagem dos estudantes, o conhecimento científico e suas observações, vivências e medições não devem ser considerados fatos a serem memorizados e aprendidos, ao contrário, devem ser tratados como eventos que requerem explicação (BORGES, 2002).

É possível observar também que alguns dos objetivos pretendidos por professores e por autores de materiais de ensino derivam de concepções equivocadas acerca da natureza dos processos de aprendizagem e de produção de conhecimento cientificamente válido. Para que as atividades práticas facilitem a aprendizagem, elas devem ser cuidadosamente planejadas, levando-se em conta os objetivos pretendidos, os recursos disponíveis e as ideias prévias dos estudantes sobre o assunto.

Para evitar que os estudantes adquiram uma concepção errônea do que fazem nos laboratórios, é necessário que o professor diferencie claramente as atividades práticas para fins pedagógicos da investigação experimental levada à cabo por cientistas. Além disso, é urgente que livros-texto e os cursos de formação de professores nos vários níveis passem a se preocupar mais com as imagens sobre a natureza da ciência que, implícita ou explicitamente, transmitem aos professores e estudantes de ciências (BORGES, 2002).

Sendo assim, o papel do experimento pedagógico, destinado à educação básica, deve ser diferente do experimento científico. Também é preciso ter em mente que as finalidades de uma atividade experimental para um curso técnico ou de graduação devem ser diferentes dos objetivos a serem alcançados no ensino básico. Além disso, deve-se considerar a frequência em que ocorre o trabalho prático, o currículo e as necessidades e a realidade da escola. É a partir da definição dos objetivos, de acordo com essas considerações, que o professor deve fazer o planejamento e a elaboração das atividades práticas, cuja metodologia pode abranger várias modalidades de experimentos e contemplar vários objetivos, desde que isso esteja claro para professores e alunos.

Entretanto, mesmo em locais com forte tradição de ensino experimental, por exemplo, nos cursos superiores e escolas técnicas, não ocorre o planejamento sistemático das atividades, com a explicitação e discussão dos objetivos de tal ensino. A formulação de um planejamento para as atividades de ensino, quando existe, destina-se mais a atender às demandas burocráticas do que explicitar as diretrizes de ação do professor e dos estudantes ao longo de um curso. Assim, o professor trabalha quase sempre com objetivos de ensino pouco claros e implícitos, confiando em sua experiência anterior em cursos similares (BORGES, 2002). Também os estudantes não percebem outros propósitos para as atividades práticas que não os de verificar e comprovar fatos e leis científicas. Isso é determinante na sua compreensão acerca da natureza e propósitos da ciência (HODSON, 1992), e também da importância que eles atribuem às atividades experimentais.

O autor sugere que uma forma de ultrapassar esta improdutiva situação educacional é reconceitualizar o trabalho prático (aprendizagem da ciência, prática da ciência e aprendizagem sobre a ciência). Nessa perspectiva, recomenda-se que o professor realize atividades pré-laboratório para clarificar os objetivos pretendidos, ideias iniciais dos estudantes e suas expectativas acerca do fenômeno estudado. Após a atividade prática, recomenda-se a discussão dos resultados obtidos, bem como as limitações da atividade. Hodson (2005) afirma que, apesar dos objetivos educacionais serem os mesmos, a forma de alcançá-los é diferente, pois atividades muito diversas coexistem sob o termo “trabalho prático”. Trabalhos na área de educação em química revelam que, ainda hoje, a ideia de experimentação é aquela formada na universidade no curso de química. O aumento na quantidade de pesquisas nessa área nos últimos anos sinaliza que existe uma preocupação dos educadores em reconceituar as atividades experimentais ou ainda redefinir seus objetivos, para que elas representem uma contribuição efetiva na aprendizagem na área da química (MALDANER, 2006).

#### **1.4. Experimentação e formação docente**

Hodson (1994), Baptista et al. (2009) argumentam que parte da deficiência do ensino experimental está relacionada à epistemologia dos professores. Embora várias pesquisas tenham provido uma base teórica consistente sobre a natureza da aprendizagem e sobre o valor das atividades experimentais, essas informações tiveram relativamente pouco impacto sobre as práticas educativas.

Alguns dos motivos apontados na literatura (MALDANER, 2006; GALLIAZZI; GONÇALVES, 2004; ZANON, 2010) para a falta de clareza quanto à definição dos objetivos e a visão incompleta e simplista dos professores em relação a aulas práticas estão vinculados à formação inicial, mais especificamente à licenciatura em química. Trata-se não da preparação técnica específica para atuação em laboratório de química, mas da preparação profissional para o magistério, para atuar em laboratórios de ensino dentro das escolas.

Como apontam os autores, nem sempre a abordagem prática é compreendida na graduação. Além disso, aulas dessa natureza nem sempre fazem parte da cultura dos professores devido ao esforço ou mesmo ao despreparo com que o licenciado chega à sala de aula. Dessa forma, é possível relacionar a visão incompleta dos professores sobre o valor e o significado das aulas experimentais para o ensino de química à sua formação inicial, não só



pela falta de experiência docente dos formadores dos cursos de licenciatura, mas também pelas disciplinas específicas para o desempenho da futura docência e concepção equivocada sobre aulas práticas (GALLIAZZI et al., 2001).

Segundo Zanon (2010), os cursos de formação de professores falham no momento em que consideram a atividade experimental como um mero recurso pedagógico usado para facilitar a aprendizagem de conteúdos previamente selecionados e expostos pelo professor. Muitas vezes tal concepção pode colaborar para a promoção de um distanciamento entre a teoria e a prática. Nesse sentido, a sala de aula seria o ambiente destinado ao aprendizado da teoria e o laboratório seria o local para a demonstração e ilustração da teoria apresentada em sala (SILVA; ZANON, 2000).

O parecer n.º. 303/2001 do CNE/CES, aprovado em 06/11/2001, sobre as Diretrizes Curriculares para os cursos de química, bacharelado e licenciatura plena, estabelece que o licenciado em química deve ter formação geral, sólida e abrangente em relação aos conteúdos dos diversos campos da química, possuir domínio de técnicas para utilização de laboratório bem como preparação adequada à aplicação pedagógica do conhecimento e experiências de química e de áreas afins na atuação profissional como educador no ensino fundamental e médio (CNE/CES, apud SCHWAHN; OAIGEN, 2009).

Em oposição ao que estabelece o parecer, a dimensão usual de formação dos professores, demasiadamente restrita e não problematizada, restringe-a em fases estanques nos cursos de magistério, pedagogia, licenciaturas e mestrado. Nessa divisão, os professores universitários ligados aos departamentos e institutos das chamadas ciências básicas, ainda mantêm a convicção de que basta uma boa formação científica básica para preparar bons professores para o ensino médio.

As universidades têm dificuldade de superar a distância que separa a formação pedagógica da formação específica no campo do conhecimento em que o licenciando vai atuar. O conhecimento específico da química não é capaz de, por si só, auxiliar o professor a mediar adequadamente a significação de conceitos, podendo inclusive, prejudicar a aprendizagem de seus alunos (MALDANER, 2006).

Hoje há praticamente um consenso de que os cursos de formação de professores não conseguem responder às necessidades de nenhum nível de ensino pois, no Brasil, os cursos de licenciatura são pouco eficientes em proporcionar uma visão mais ampla da atividade docente (SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995).

Os professores dos institutos de química, ao atribuírem às faculdades de educação a tarefa de formar professores, esquecem ou ignoram que os conteúdos químicos que ministram precisam ser pedagogicamente transformados, disponibilizando-os para a promoção da aprendizagem dos futuros alunos de seus licenciandos. Em outras palavras, ignoram o que Chevallard define como a “essência de ensinar”, isto é, a *transposição didática*. Esse conceito implica que a docência necessita integrar o conhecimento acadêmico de química ao conhecimento pedagógico sobre o processo de ensino, e para isso as faculdades de educação e de química deveriam estabelecer um diálogo, auxiliando os futuros professores a adequarem os conhecimentos químicos ao contexto escolar (MALDANER, 2006).

Os professores tendem a reproduzir, de forma implícita, em suas atividades profissionais, as abordagens de ensino que vivenciaram em sua própria educação. Diferentemente da formação de outros profissionais, o que se observa no magistério é quase uma continuidade da mesma atividade profissional, o que impede uma crítica mais radical, e assim o abandono de muitas crenças e práticas construídas no meio acadêmico. Há portanto, uma tendência recorrente de reprodução dos processos com os quais o professor esteve envolvido na universidade ou na escolarização anterior.

O mesmo ocorre em relação às atividades experimentais, pois como afirma Maldaner (2006), em cursos de química ligados às grandes universidades brasileiras, as aulas práticas de química caminham, geralmente, paralelas às disciplinas chamadas teóricas. Nesses currículos, alunos dos cursos de bacharelado, licenciatura e aqueles com enfoque tecnológico, assistem às mesmas aulas práticas, nas quais o enfoque se destina à formação do técnico especialista (tecnologia química) ou do profissional pesquisador (bacharelado). Embora aconteçam reclamações frequentes sobre os problemas em tais cursos, a preocupação com a parte formativa do professor é marginalizada ainda na licenciatura em química. Os currículos e a elaboração das atividades práticas são pensadas dentro de uma solução técnica de acordo com a visão de que para ensinar basta ter domínio sobre os conteúdos teóricos e saber executar experimentos. Porém, a prática revela que a ação pedagógica é muito mais complexa e não admite a simplicidade de uma solução técnica. E o fato da parte experimental voltada para o ensino ser pobre, na maioria dos cursos de licenciatura, pode deixar o professor inseguro para propor, no exercício de sua profissão, práticas que sejam adequadas ao ensino médio.

O resultado disso é que o professor não adquire, na graduação, a instrumentação e as diretrizes necessárias para ter autonomia na elaboração e planejamento das atividades experimentais de acordo com os objetivos a serem alcançados no ensino médio. À medida que

parece não haver espaço, tempo e nem interesse naquelas disciplinas para as transposições didáticas de temas químicos para a escola básica, os licenciandos, logo após se formarem, acabam tornado-se presas fáceis de livros didáticos. Quanto às aulas de laboratório, simplesmente reproduzem as atividades experimentais com a mesma concepção das aulas que tiveram na universidade. Ou ainda, o que ocorre com mais frequência, é o alijamento da parte experimental em química nas escolas, privilegiando um ensino que se pauta pela memorização de conteúdos isolados e abstratos (MALDANER, 2006).

Sendo assim, o professor deixa a universidade com uma ideia equivocada de experimentação, ou seja, acreditam que o sucesso das atividades experimentais está vinculado a condições dificilmente encontradas nas escolas. Daí a necessidade da clareza para o professor em relação à definição do papel da experimentação no contexto do ensino de química na educação básica.

Na realidade, é imprescindível a reflexão do docente sobre e na sua prática pedagógica para que haja uma transformação da sua concepção em relação ao papel da experimentação na escola. Atualmente, muitas pesquisas na área de educação sinalizam mudanças nos programas da licenciatura em química, de modo que a parte pedagógica esteja mais articulada com a específica e que isso ocorra ao longo do curso e não somente no final (PUGGIAN; LÜDKE, 2011).

A partir de reflexões e pesquisas que abordam esse sério problema da formação inicial de professores de química, Maldaner (1999) sugere como imprescindível o processo de formação continuada. Ele ressalta ainda que é necessário que ocorra uma mudança no pensamento do professor. No entanto, é preciso considerar que essa mudança, na prática, não acontece por imposição ou apenas porque se deseja. Tornar-se pesquisador-reflexivo requer explicitar, desconstruir e reconstruir concepções, o que demanda tempo e outras condições.

Um dos caminhos para constituir novos professores-pesquisadores-reflexivos é a formação continuada, pois a formação profissional do professor não se inicia no curso de licenciatura nem se limita a ele, mas se constrói ao longo de toda a vida (CASTILHO; SILVEIRA; MACHADO, 1999). Sendo assim, ao se engajar em ações de formação continuada, o professor pode ter a oportunidade de preencher a lacuna que existe em relação à falta de preparo, na graduação, para as atividades práticas, além de estar avaliando e refletindo constantemente sobre sua ação pedagógica.

## 2 REAÇÕES QUÍMICAS E SEU ENSINO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Os fenômenos químicos estão relacionados aos materiais e às suas transformações. Podem ocorrer na natureza, em situações de laboratório ou em escala industrial. Vários produtos obtidos a partir de transformações químicas são vendidos em supermercados, farmácias, postos de gasolina, etc. A maioria dos materiais utilizados no dia-a-dia não são obtidos diretamente da natureza, ao contrário, são obtidos a partir de transformações de recursos naturais, tais como petróleo, alumínio, ferro, manganês, etc.

De uma maneira geral, as transformações da matéria, ou seja, os fenômenos podem ser classificadas em físicos e químicos. As transformações físicas não alteram a identidade das substâncias. As mudanças de estado são exemplos desse tipo de transformações. O ferro fundido, por exemplo, ainda é ferro. Nas transformações químicas, substâncias são alteradas e outras, novas, são formadas, nesse caso, ocorre modificação nas propriedades ou características químicas das substâncias presentes inicialmente. A oxidação do ferro, por exemplo, dá origem a uma nova substância (RUSSEL, 1994).

As transformações químicas são denominadas *reações químicas* e, considerando a ótica da ciência contemporânea, a reação química pode ser compreendida não apenas como um fenômeno químico que ocorre naturalmente, produzindo novas substâncias, mas também como um programa artificial de produção de novas substâncias de acordo com o que se deseja (LOPES, 1995).

Portanto, quando uma reação química ocorre, matérias-primas (reagentes) são convertidas a outras substâncias (produtos), a partir da produção ou quebra de ligações químicas. Dessa forma, as reações ocorrem efetivamente quando átomos ou moléculas se chocam entre si na maneira certa e com suficiente energia para possibilitar a quebra das ligações já existentes e formação de novas ligações, se rearranjando posteriormente em novas combinações.

A todo momento, ocorrem reações químicas, não somente no meio ambiente, mas também no próprio organismo vivo, por exemplo, a partir dos nutrientes contidos nos alimentos que são ingeridos, diversas substâncias que vão fazer parte da constituição das células são produzidas de tal forma que pode-se dizer inclusive que a manutenção da vida depende de uma série de reações químicas.

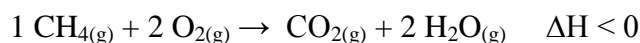
Todos os compostos são formados por reações químicas, entretanto, o mesmo composto pode ser formado por reações químicas diferentes. Mas independentemente de como um composto particular é produzido, sua composição é sempre a mesma (UCKO,1992).

Uma reação química pode ser descrita em palavras, porém é mais apropriado representá-la utilizando a linguagem química, através de uma equação química. Assim como símbolos e fórmulas representam elementos e compostos, as equações químicas representam as reações.

Nas equações químicas podem ser descritas, além das fórmulas das substâncias participantes, outras informações tais como: estado físico, presença de espécies em solução aquosa, desprendimento de gás ( $\uparrow$ ), formação de precipitado ( $\downarrow$ ), necessidade de aquecimento ( $\Delta$ ), presença de luz, ocorrência de reversibilidade, além da proporção adequada entre os participantes, indicada pelos coeficientes da equação, obtidos a partir do balanceamento da equação. As fórmulas dos reagentes aparecem no lado esquerdo da equação química e os produtos ao lado direito da seta (MASTERTON; SLOWINSKI; STANITSKI, 1990).

Na reação de combustão (Quadro 2.1), por exemplo, gás metano ( $\text{CH}_4$ ) e gás oxigênio são os reagentes, enquanto gás carbônico e vapor d'água representam os produtos. Tal reação ocorre com liberação de energia, em forma de calor, expresso pelo valor negativo da variação da entalpia ( $\Delta H$ ), que será melhor descrita mais adiante.

Quadro 2.1- Reação de combustão do metano.



Fonte: Russel (1994)

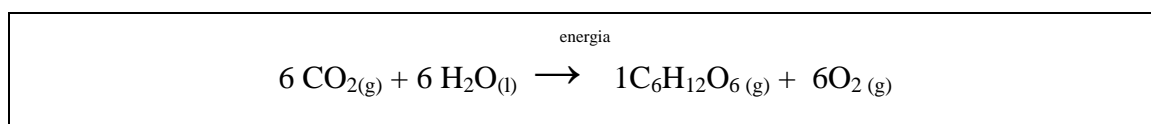
As anotações (s), (g) e  $\Delta H$ , não são absolutamente necessárias, porém servem para suplementar a equação básica, dando informações acerca dos estados físicos dos reagentes e produtos e da energia envolvida na reação. Sendo assim (s) significa sólido (g) gasoso, (l) líquido e (aq) meio aquoso.

Para uma descrição quantitativa do fenômeno, no entanto, é necessário que seja feito o balanceamento da equação química, ou seja, acertar os coeficientes de todos os participantes da equação, estabelecendo uma relação numérica das quantidades de reagentes e produtos de uma reação (MASTERTON; SLOWINSKI; STANITSKI, 1990). Essas relações podem ser expressas em termos de quantidades microscópicas: átomos, moléculas, fórmulas unitárias, etc., ou em quantidades macroscópicas: mols de átomos, fórmulas unitárias, etc. Ou seja, os

coeficientes na equação balanceada descrevem razões fixas das quantidades dos reagentes e produtos, expressando a quantidade química equivalente de reagentes e produtos. Uma equação balanceada demonstra que todos os átomos presentes nos reagentes estão quantificados para originar os produtos, pois átomos não são criados nem destruídos em uma reação. Através do balanceamento é possível conhecer as razões estequiométricas entre os mols dos participantes do fenômeno (RUSSEL, 1994).

No processo de fotossíntese (Quadro 2.2), a partir da absorção de energia em forma de luz, os coeficientes da equação, obtidos através do balanceamento da mesma, indicam a proporção em mols em que reagentes e produtos participam da reação. Sendo assim, para produzir um mol de glicose e 6 mols de gás oxigênio, são necessários 6 mols de gás carbônico e 6 mols de água (UCKO,1992).

Quadro 2.2 - Reação da Fotossíntese

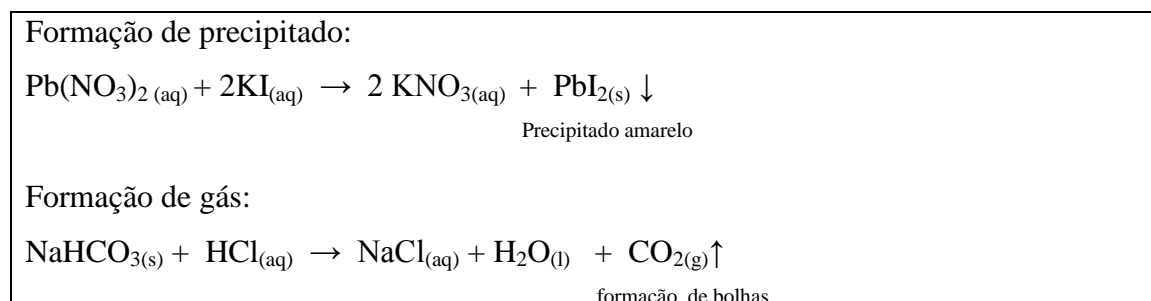


Fonte: Ucko (1992)

Entretanto, mais importante que o balanceamento ou que a escrita das fórmulas em si, é a compreensão e posterior tradução do fenômeno a partir da utilização da linguagem química, possibilitando que o aluno consiga associar códigos da linguagem química, tais como fórmulas e equações a substâncias e processos que lhes são familiares em uma outra linguagem (MACHADO; MÓL, 2008).

A ocorrência de uma reação química pode se constatada a partir da comparação entre as propriedades das substâncias presentes no sistema antes e depois da reação. Mudança de cor, formação de gás ou precipitado, são algumas evidências de que ocorreu reação (Quadro 2.3) (MALDANER, 2006).

Quadro 2.3 - Evidências de ocorrência de reação.



Fonte: Usberco e Salvador (2009)

Como afirma Ebbing (1996), vários são os fatores responsáveis pela ocorrência de uma reação. Entre eles está a natureza dos reagentes, o contato entre eles, os choques eficazes e a energia de ativação ( $E_a$ ). A condição mais evidente para que uma reação ocorra é que os reagentes estejam em contato. Esse contato permite interações entre os reagentes, originando os produtos.

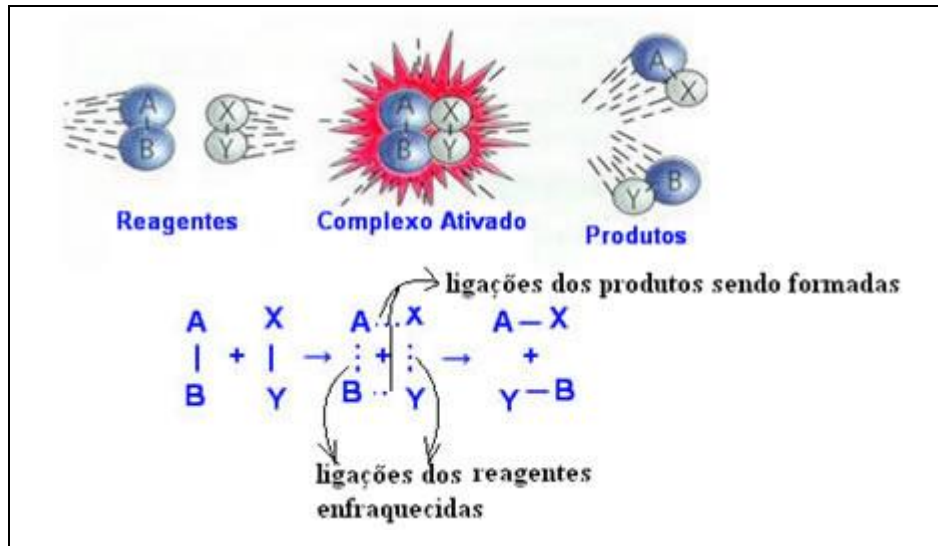
O autor ainda aponta que, mesmo quando estão em contato, substâncias diferentes podem ou não reagir. Quando ocorre reação, diz-se que existe uma “afinidade” entre os reagentes, mesmo que essa medida seja de difícil quantificação. Substâncias diferentes apresentam afinidades diferentes em relação a outra substância.

De acordo com a teoria das colisões, só há reação quando duas moléculas dos reagentes se colidem com energia superior a um certo mínimo e com a orientação relativa entre ambas apropriada à reação, assim parte dessas colisões, dependendo da sua orientação e energia, poderá originar produtos. A energia mínima necessária para haver a reação entre duas moléculas, energia de ativação ( $E_a$ ), é a menor quantidade de energia necessária que deve ser fornecida aos reagentes para a formação do complexo ativado e, conseqüentemente, para a ocorrência da reação, e o seu valor depende da reação (EBBING,1996). A quantidade, assim como a forma da energia de ativação, varia de uma reação para outra. Em um grande número de situações, ela é fornecida aos reagentes através de aquecimento, porém pode ocorrer de outras maneiras (Figura 2.2).

Em todas as reações, os átomos que formam os reagentes se rearranjam, originando os produtos. No entanto, somente os choques ditos efetivos ou eficazes irão provocar a quebra e formação de novas ligações, originando os produtos.

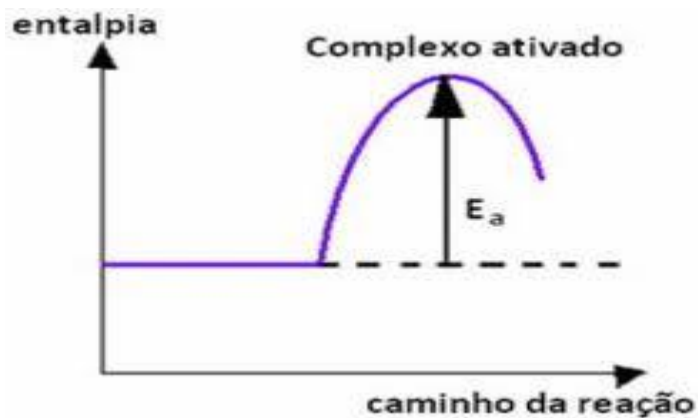
Um choque é considerado efetivo (Figura 2.1) quando tem orientação adequada para formar uma estrutura intermediária (o complexo ativado) e energia suficiente, igual ou superior a energia de ativação (Figura 2.2).

Figura 2.1 - Formação do complexo ativado.



Fonte: <http://www.mundoeducacao.com.br/quimica/energia-ativacao-complexo-ativado.htm>

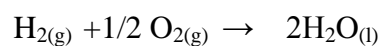
Figura 2.2 - Formação do complexo ativado e energia de ativação.



Fonte: <http://www.brasilecola.com/quimica/energia-ativacao.htm>

A reação de combustão entre os gases oxigênio e hidrogênio (Quadro 2.4), por exemplo, é explosiva, utilizada inclusive na propulsão de ônibus espaciais, entretanto, ocorre somente quando é fornecida a ela uma quantidade de energia igual ou maior que a energia de ativação, por exemplo, em forma de fogo.

Quadro 2.4 - Reação de combustão do hidrogênio.



Fonte: Usberco e Salvador (2009).



De acordo com Maldaner (2006), os educadores entendem que as reações químicas são a essência da química, pois além delas estarem presentes na vida das pessoas de uma forma geral, todos os assuntos propostos nos programas giram em torno da compreensão do fenômeno químico. Isso, porém, não foi entendido na dimensão desejada ou, ao menos, não foi assumido na prática. A reação química é entendida como a equação química, que é novamente, um modelo, um instrumento teórico que teria de ser significado na interação entre professor e aluno, referido à transformação química produzida. Na verdade, não se produz um entendimento sobre a reação química, mas ensina-se a lidar com o modelo. Somente uma reflexão profunda e mediada com novos níveis de entendimento poderia superar essa limitação na prática dos professores.

E para que o processo reacional seja compreendido de maneira mais ampla e menos fragmentado, devem estar associadas às transformações das substâncias, às transformações energéticas, ao controle da reação, ao estudo das variáveis que favorecem ou dificultam a mesma, à compreensão dos modelos que interpretam as transformações em níveis macroscópicos. Dessa forma, como ressalta Lopes (1995), o estudo desse assunto tão importante da química ocorrerá de forma dinâmica, com uma visão global, evitando a tradicional abordagem mecânica, vazia e sem significado conceitual para o estudante, como um mero jogo de armar as equações químicas.

## **2.1 Alguns aspectos envolvidos nas reações químicas**

### **2.1.1 Ponto de vista energético/ Calor envolvido nas reações químicas**

Todo fenômeno químico ocorre acompanhado de uma variação de energia, ou melhor, a transformação da composição da matéria implica necessariamente em liberação ou absorção de energia. A energia química é uma forma de energia interna, “armazenada” nas ligações das moléculas e nos retículos iônicos e se origina das energias potencial e cinética dos elétrons. Em uma reação química, a energia pode ser liberada ou absorvida sob forma de luz, eletricidade ou calor. Entretanto, a maioria das reações químicas envolve transformações de energia térmica, ou seja, aquela que está relacionada com a temperatura e é transferida sob forma de calor (UCKO, 1992).

As reações químicas sempre são acompanhadas de liberação ou absorção de energia, ainda que a quantidade de energia seja às vezes pequena. Se a energia dos produtos é menor

que a dos reagentes, então, enquanto a reação avança, a energia é liberada, e a transformação é denominada *exotérmica*. Geralmente, o efeito de uma reação exotérmica é o aumento da temperatura do meio ambiente e a maioria das reações que ocorre em laboratório são exotérmicas.

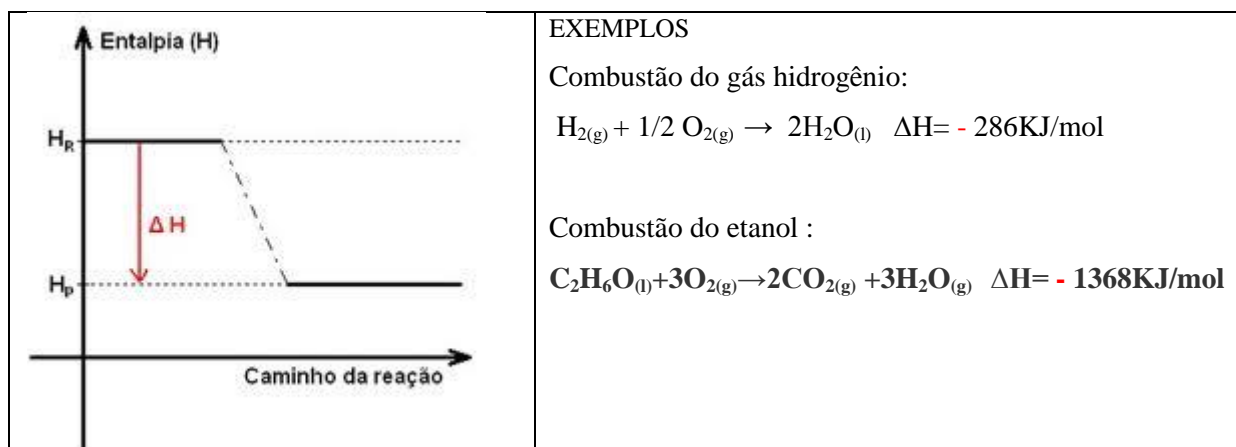
Por outro lado, se a energia dos produtos é maior que a dos reagentes, o sistema absorve energia das vizinhanças durante o curso da reação, nesse caso ocorreu uma transformação *endotérmica* e normalmente o efeito desse tipo de reação é a diminuição da temperatura do meio ambiente. Em qualquer caso, a quantidade de energia liberada ou absorvida expressa a variação da energia da mistura que reage de acordo com a lei da conservação da energia (RUSSEL, 1994).

Portanto, nesses dois tipos de transformações há uma troca de calor entre o sistema reativo e o meio ambiente. A quantidade do fluxo está relacionada a uma propriedade básica do sistema reativo, o conteúdo térmico, ou mais precisamente, a entalpia (H).

Dessa forma, em uma reação exotérmica, a entalpia decresce, pois a entalpia dos produtos é menor que a dos reagentes. Esse decréscimo na entalpia é a fonte de calor liberada para o meio ambiente. Portanto a variação da entalpia,  $\Delta H$ , (diferença entre a entalpia de produtos e reagentes) é menor que zero, ou seja, negativa (Figura 2.3).

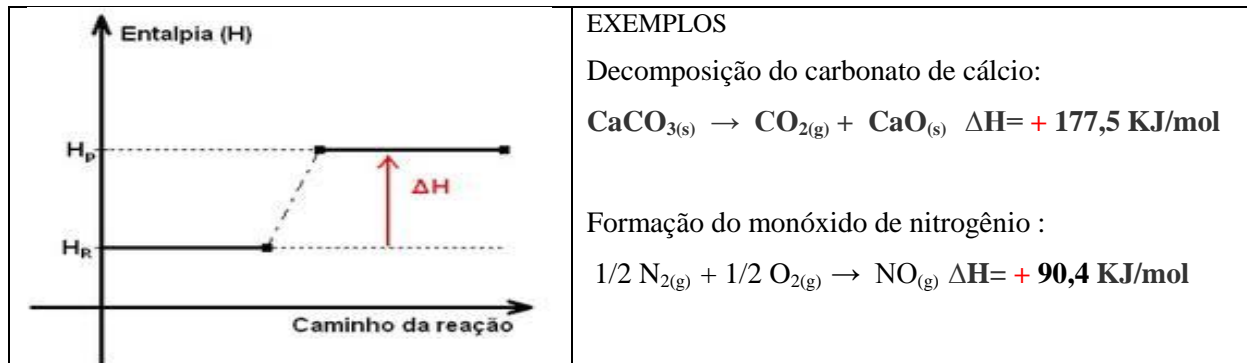
Em contrapartida, em uma reação endotérmica, a entalpia dos produtos é maior que a dos reagentes, logo, a entalpia do sistema cresce, tornando a variação da entalpia positiva, (maior que zero) (Figura 2.4).

Figura 2.3 - Reação exotérmica.



Fonte: <http://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2010/08/reacao-exotermica.jpg>

Figura 2.4 - Reação endotérmica.



Fonte : <http://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2010/08/reacao-endotermica.jpg>

Os princípios descritos são baseados na Lei da Conservação da Energia, que estabelece que a energia não é criada nem destruída em um fenômeno físico ou químico. Sendo assim, o fluxo de calor observado no meio ambiente é exatamente compensado pela variação de entalpia da mistura reativa. Numa reação exotérmica, a entalpia é convertida em calor para o meio ambiente e em um processo endotérmico, o calor do meio é convertido em entalpia do sistema reativo (MASTERTON; SLOWINSKI; STANITSKI, 1990).

Num sistema é possível ganhar ou perder energia de muitas maneiras, dentre elas, o calor (q) e o trabalho (w), sendo o primeiro uma forma de energia em trânsito de um objeto para o outro, podendo ser compreendido como uma forma adquirida de energia, quando ele passa naturalmente de um objeto mais quente para outro mais frio. Já o trabalho também pode ser considerado como uma forma de energia em trânsito e uma maneira de aumentar a energia de um sistema é realizando trabalho sobre ele (RUSSEL, 1994).

O calor é positivo quando o sistema absorve energia calorífica das vizinhanças (processo endotérmico), e negativo quando o sistema perde calor para as vizinhanças (processo exotérmico). Pode ser expresso em joule (J) ou quilojoule (KJ), mas sua característica mais importante é o fato de poder fluir naturalmente de um sistema com temperatura mais alta para outro com temperatura mais baixa.

O trabalho também pode ser considerado como uma forma de energia em trânsito. O trabalho mecânico é realizado quando um objeto se movimenta contra uma força oposta. Depois disto, o objeto tem mais energia do que tinha anteriormente, sendo assim, é possível compreender que realizar trabalho sobre um sistema é uma forma de aumentar a energia do sistema. O trabalho é positivo quando as vizinhanças realizam trabalho sobre o sistema e negativo quando o sistema realiza trabalho sobre as vizinhanças. Nos processos químicos, a

maneira mais importante pela qual um sistema pode realizar trabalho é a expansão, empurrando suas vizinhanças (MASTERTON; SLOWINSKI; STANITSKI, 1990).

De acordo com a primeira Lei da Termodinâmica, a energia de um sistema é acrescida por alguma quantidade, então uma quantidade equivalente de calor ou trabalho deve ser fornecida ao sistema, ou seja, a energia deve vir de algum lugar. Da mesma forma, se a energia de um sistema diminui, então a perda de energia é gasta como calor ou como trabalho, ou seja a energia de um sistema deve ir para algum lugar (MASTERTON; SLOWINSKI; STANITSKI, 1990).

Sendo assim, representando a energia de um sistema pelo símbolo U e a variação de energia por  $\Delta U$ , quando o calor e trabalho estão envolvidos, a variação de energia de um sistema está relacionada com estas quantidades pela expressão:

$$\Delta U = q + w$$

Quando a reação ocorre num recipiente fechado, não há expansão (isovolumétrica ou isométrica), portanto o volume é constante e, nesse caso, o calor absorvido é igual ao aumento de energia do sistema :

$$q = \Delta U$$

Quando a reação ocorre à pressão constante (isobárica), a variação da entalpia,  $\Delta H$ , é igual à variação da energia menos o trabalho realizado sobre o sistema:

$$q = \Delta H = \Delta U - w$$

Em uma reação que ocorre à pressão e temperatura constantes, o fluxo de calor é igual a diferença de entalpia entre produtos e reagentes ( $\Delta H$ ).

Neste estudo as atividades propostas contemplaram aspectos da termoquímica, que refere-se ao estudo das transferências de calor que ocorrem durante as transformações químicas e algumas transformações físicas. A quantidade de calor liberado ou absorvido num sistema reagente depende da natureza da reação (reagentes e produtos), das quantidades dos reagentes e das condições impostas na mistura reagente (RUSSEL, 1994).

### 2.1.2 Velocidade das reações

Toda reação química necessita de um certo tempo para se completar, sendo diferentes os intervalos de tempo, pois dependem das características de reagentes e produtos e das condições de efetivação da reação. Muitas reações se completam em frações de segundo, enquanto outras levam muito mais tempo para terminar.

A neutralização entre um ácido e uma base em solução aquosa, por exemplo, é extremamente rápida. Em contrapartida, a mistura de gases oxigênio e hidrogênio pode ser

armazenada por anos, sem que ocorra a reação entre eles. No entanto, a presença de uma faísca elétrica dentro do recipiente pode provocar uma reação explosiva, produzindo água.

Os parâmetros que aumentam a velocidade de uma reação (para que tenha aplicação prática) ou a controlam (para diminuir a velocidade de uma reação perigosa) são importantes e devem ser estudados. A cinética química é a investigação das velocidades das reações, das modificações das velocidades em condições variáveis e dos acontecimentos, em nível molecular, que se passam durante a reação.

A velocidade de uma reação descreve a rapidez com que uma transformação ocorre. É uma grandeza experimental, determinada pela medida do desaparecimento de reagente ou aparecimento de produto num período de tempo, ou seja, indica o aumento da concentração molar de um produto da reação por unidade de tempo, ou a diminuição da concentração molar de um reagente, também por unidade de tempo. A unidade mais comum de velocidade de reação é o mol por litro por segundo (mol/ L.s) (EBBING,1996).

A natureza dos reagentes é o fator mais importante para determinar a velocidade na qual eles reagem. Afinal, a velocidade na qual as ligações se formam e se quebram depende da natureza das ligações e da natureza das moléculas nas quais estas ligações estão localizadas (UCKO,1992).

Alguns fatores interferem na velocidade das reações, tais como, a concentração dos reagentes, a temperatura do meio reacional, a superfície de contato e a presença de um catalisador.

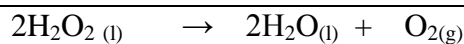
Em relação à concentração dos reagentes, pode-se afirmar que quanto maior a concentração, maior a possibilidade de choques e, conseqüentemente, maior a velocidade da reação química. Já o aumento da temperatura provoca um aumento na energia cinética média das moléculas. Dessa forma, elas se movimentam mais rapidamente, colidindo umas com as outras com maior frequência e energia, o que torna a reação mais rápida. Considerando que as colisões ocorrem na superfície do sólido, quanto mais fragmentado ele estiver, maior será a quantidade de reagentes em contato, maior o número de colisões e mais rápida será a reação. Portanto, quanto maior a superfície de contato dos reagentes, maior a velocidade da reação.

O catalisador é uma substância que aumenta a velocidade de uma reação, diminuindo a energia de ativação, sem ser consumido nela, ou seja, ele participa da reação, mas é recuperado intacto no final da mesma (UCKO,1992).

A reação de decomposição da água oxigenada, por exemplo, é muito lenta, mas em presença de luz ou de um catalisador, como o dióxido de manganês, por exemplo, ocorre rapidamente. No organismo enzimas presentes no sangue aceleram a decomposição da água

oxigenada utilizada para assepsia de um machucado, o que pode ser detectado a partir da formação de bolhas de gás oxigênio (Quadro 2.5).

Quadro 2.5 - Reação de decomposição da água oxigenada.



Fonte: Usberco e Salvador (2009).

O conhecimento e o estudo da velocidade das reações e dos fatores que alteram a mesma pode permitir a intervenção nos processos de modo a retardar ou acelerar os mesmos. Tal conhecimento, além de ser muito importante em termos industriais, também está relacionado a vários acontecimentos diários, tais como o armazenamento de alimentos na geladeira para retardar sua decomposição, a utilização da panela de pressão para acelerar o cozimento dos alimentos, dentre outras situações do dia-a-dia, que o estudante pode, não só compreender melhor, mas também utilizar os conceitos estudados, para interferir e interagir com o meio que o cerca.

### 2.1.3 Espécies participantes

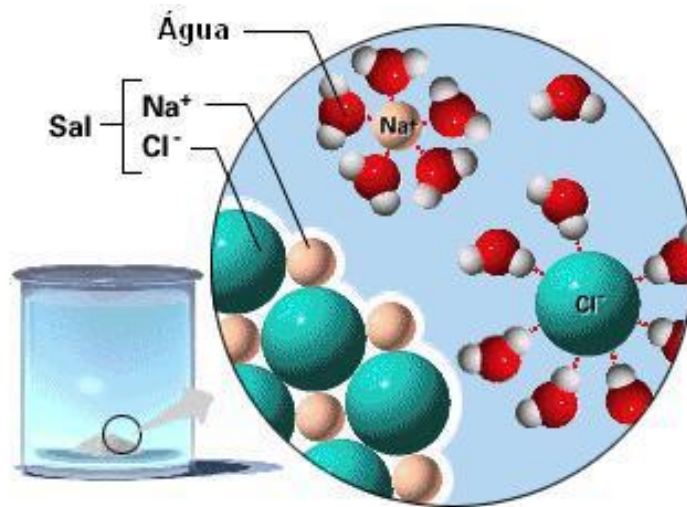
As reações químicas podem ocorrer na ausência de água ou em solução aquosa. Em solução aquosa, quando um soluto se dissolve num solvente, os átomos, íons ou moléculas que constituem o soluto ficam separados uns dos outros por moléculas do solvente. Mas, para que essa separação ocorra, as partículas do soluto precisam ser atraídas, de alguma forma, pelas partículas do solvente (UCKO, 1992). Geralmente, um soluto se dissolve num solvente com mesma interação intermolecular que a dele. Por exemplo, solventes polares, como a água tendem a atrair e dissolver solutos polares, e solventes apolares tendem a dissolver solutos apolares.

Como as moléculas de água são polares, muitos compostos iônicos (tais como os sais e a maioria das bases) e moleculares (como os ácidos) se dissolvem na água.

Muitos processos naturais ocorrem em soluções aquosas. Por ser a água um bom solvente e por estar prontamente disponível, é comumente usada como um meio de reação para o estudo das reações em solução. Nesta pesquisa, todas as reações em solução tiveram como solvente a água, soluções aquosas.

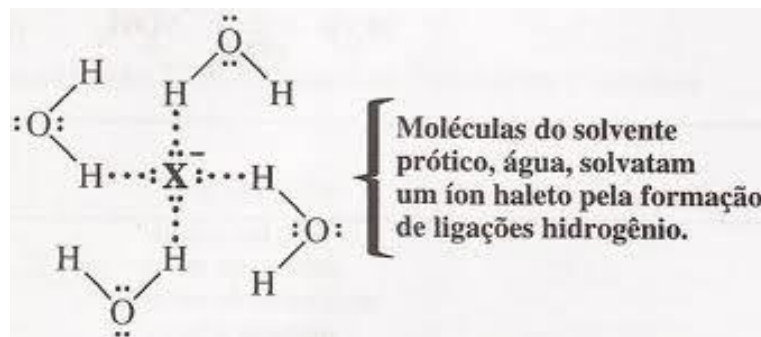
Quando um composto iônico, como por exemplo o cloreto de sódio (NaCl), é dissolvido em água, ocorre o processo de dissociação iônica (Figura 2.5), ou seja, a separação dos íons positivos e negativos pelas moléculas de água. Nesse caso, os cátions do soluto ( $\text{Na}^+$ ) ficam envoltos em moléculas de água com seus átomos de oxigênio, negativamente carregados virados para os cátions. Os ânions ( $\text{Cl}^-$ ) também ficam envolvidos por moléculas de água, entretanto, nesse caso, os átomos de hidrogênio (polo positivo), ficam virados para os ânions. Essa atração entre íons e as moléculas polares da água é chamada hidratação (para outros solventes, denomina-se solvatação), como demonstra a Figura 2.6.

Figura 2.5 - Dissolução do cloreto de sódio em água.



Fonte: [http://www.profpc.com.br/Qu%C3%ADmica%20na%20Cozinha/Sal/Aspectos\\_microsc%C3%B3picos.htm](http://www.profpc.com.br/Qu%C3%ADmica%20na%20Cozinha/Sal/Aspectos_microsc%C3%B3picos.htm)

Figura 2.6 - Solvatação dos íons pela água.

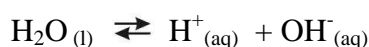


Fonte: [http://infinito-e-diverso-els.blogspot.com.br/2011\\_09\\_01\\_archive.html](http://infinito-e-diverso-els.blogspot.com.br/2011_09_01_archive.html)

Para compostos covalentes polares, como os ácidos, a dissolução em água ocorre por um processo chamado ionização, ou seja os íons presentes na solução são produzidos pela reação da água com o soluto.

Os solutos que originam íons quando em solução aquosa são denominados eletrólitos.

Além dos íons resultantes da dissociação ou da ionização dos solutos, em soluções aquosas, também há a presença dos íons hidroxônio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) e hidroxila ( $\text{OH}^-$ ), oriundos da autoionização da água. Isso ocorre pois a capacidade da água de estabilizar íons hidratando-os é suficientemente grande para que ela possa inclusive ionizar-se, de acordo com a equação, segundo Arrhenius:



Entretanto, a água é um eletrólito muito fraco, estando ionizada, somente  $2 \times 10^{-7} \%$  a  $25^\circ\text{C}$  (RUSSEL, 1994).

A interação entre soluto e solvente determina quanto soluto pode se dissolver numa determinada quantidade de solvente, ou seja, a solubilidade. Particularmente em relação à água, a natureza do soluto é um fator determinante na solubilidade. Os solutos cujas moléculas são fortemente atraídas por moléculas de água tendem a se dissolver prontamente neste solvente. Por esta razão, alguns compostos como o açúcar comum (sacarose) são muito solúveis na água (a  $20^\circ\text{C}$ , 100g de água dissolvem 204g de açúcar), outros compostos como o cloreto de sódio, são solúveis em proporção menor como o cloreto de sódio (a  $20^\circ\text{C}$  apenas 37g de sal podem ser dissolvidos em 100g de água).

Muitos sais são solúveis em água, permanecendo na solução os íons dissociados. Essa propriedade pode ser utilizada na identificação de cátions em soluções aquosas, através do teste de chama. Nesse teste, os cátions, quando expostos à chama do bico de Bunsen, emitem cores diferentes, de acordo com a teoria dos saltos eletrônicos, proposta por Bohr.

Entretanto, existem muitos compostos considerados ligeiramente solúveis, tais como o hidróxido de cálcio,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , cuja solubilidade é de apenas 0,17g em 100g de água, a  $20^\circ\text{C}$ . Outros compostos são praticamente insolúveis em água, como é o caso do cloreto de prata,  $\text{AgCl}$ , cuja solubilidade a  $20^\circ\text{C}$  é 0,0001g por 100g de água. Essa baixa solubilidade pode ser, explicada, já que nesses compostos, a atração entre as partículas do soluto é maior do que aquela pelas moléculas do solvente (UCKO, 1992).

A previsão de formação de precipitado em uma reação química pressupõe o conhecimento de um conjunto de regras descrito na Tabela 2.1.



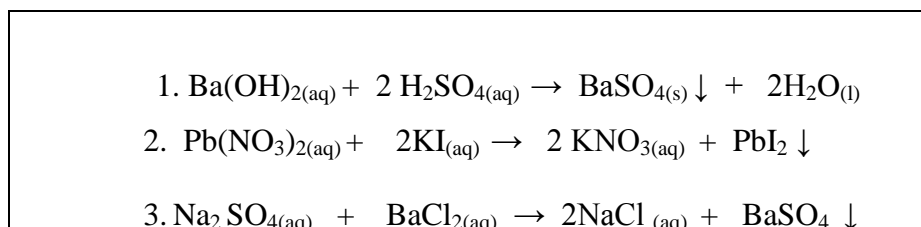
Tabela 2.1- Regras de solubilidade.

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ )      | Todos os nitratos são solúveis  |
| Cloretos ( $\text{Cl}^-$ )        | Todos os cloretos são solúveis, exceto $\text{AgCl}$ , $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ e $\text{PbCl}_2$   |
| Sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ )   | A maioria dos sulfatos são solúveis, exceto $\text{SrSO}_4$ , $\text{BaSO}_4$ , $\text{PbSO}_4$   |
| Carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) | Todos são insolúveis, exceto os de elementos do Grupo 1 e de $\text{NH}_4^+$  |
| Hidróxidos ( $\text{OH}^-$ )      | Todos são insolúveis, exceto, os de elementos do Grupo 1 e de $\text{NH}_4^+$ ; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , $\text{Ba}(\text{OH})_2$ e $\text{Sr}(\text{OH})_2$ são pouco solúveis |
| Sulfetos ( $\text{S}^{2-}$ )      | Todos são insolúveis, exceto os de elementos dos Grupos 1 e 2 e de $\text{NH}_4^+$ , que são solúveis.  |

Fonte: Masterton, Slowinski e Stanitski (1990).

A análise dos dados da tabela, permite prever a formação de precipitado em reações tais como as que ocorrem entre o ácido sulfúrico e o hidróxido de bário (1); entre o iodeto de potássio e o nitrato de chumbo II (2) ou entre o sulfato de sódio e o cloreto de bário (3) (Quadro 2.6).

Quadro 2.6 - Reações com formação de precipitado



Fonte: Usberco e Salvador (2009)

O sais que são praticamente insolúveis em água apresentam baixa solubilidade, por exemplo, a solubilidade do sulfato de bário é  $4 \times 10^{-5}$  mol/L a  $25^\circ\text{C}$  portanto precipita originando a formação de um sólido branco no fundo do recipiente.

Nas reações em que ocorre a formação de sólidos como o sulfato de bário, praticamente insolúveis em água, o produto é formado por uma fase líquida e um precipitado (um sólido insolúvel no meio). Quando a concentração do produto começa a exceder a solubilidade daquela substância, então qualquer quantidade a mais deste produto irá precipitar na solução. Tais transformações são denominadas reações de precipitação.

Entretanto mesmo os sais praticamente insolúveis em água se dissolvem (pelo menos em pequena proporção), estabelecendo então o equilíbrio com seus íons em solução. Sendo assim, em qualquer solução aquosa contendo um composto iônico pouco solúvel, o produto das concentrações de seus íons, cada um elevado a um expoente igual ao seu coeficiente na equação de solubilidade, é uma constante. Esta constante ( $K_{ps}$ ), tem um valor fixado, dada

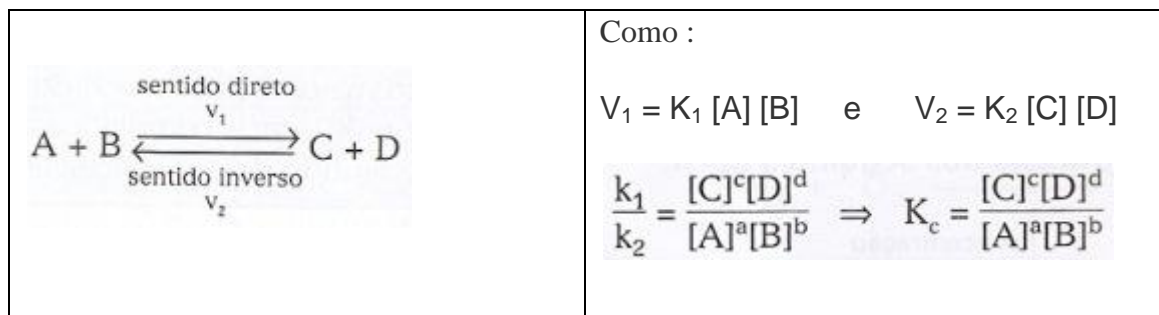
uma temperatura, independente das concentrações dos íons individuais (MASTERTON; SLOWINSKI; STANITSKI, 1990). Nesses casos, é estabelecido um equilíbrio entre o precipitado (corpo de fundo) e os íons presentes na solução, conferindo uma reversibilidade ao sistema.

#### 2.1.4 Reversibilidade das reações

Durante muito tempo acreditou-se que todas as reações ocorriam com consumo total dos reagentes envolvidos ou pelo menos um deles. Muitas reações, como por exemplo, as combustões, acontecem dessa forma e portanto são consideradas irreversíveis. Entretanto, um dos grandes progressos da química foi a compreensão de que as reações químicas nem sempre se completam, com rendimento de 100%, ou seja, consumo total dos reagentes. Hoje em dia é de conhecimento da comunidade científica que muitas reações não se completam, pois mesmo após muito tempo, é possível verificar ainda a presença de reagentes e produtos coexistindo, em concentrações constantes (EBBING,1996).

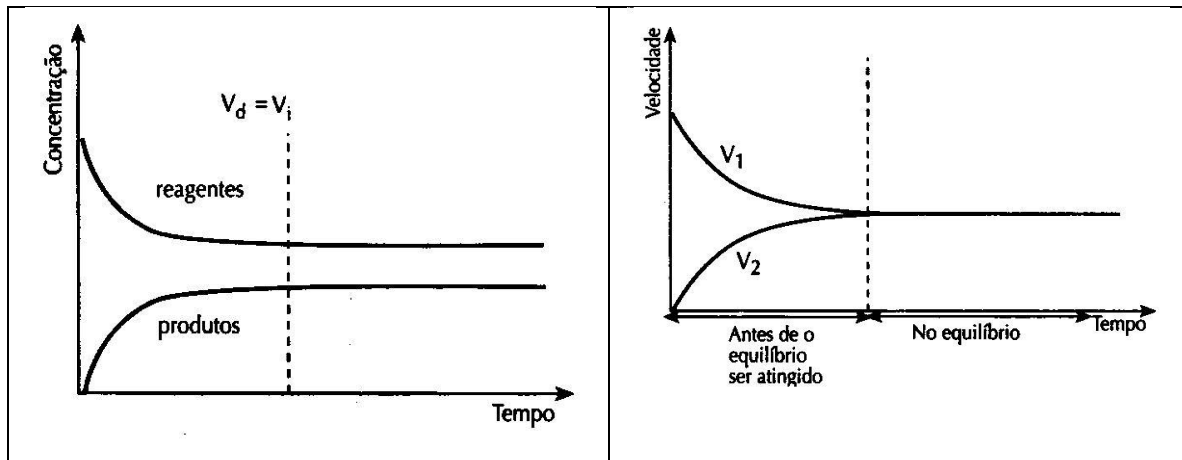
Esse tipo de situação ocorre com as reações denominadas reversíveis. Nelas, os reagentes originais formam os produtos, mas estes também reagem entre si e regeneram os reagentes. De fato, ocorrem duas reações simultâneas e o resultados final é a mistura de reagentes e produtos. As reações reversíveis “terminam” quando o equilíbrio químico é atingido, não havendo mais a partir daí variação na concentração de todos os participantes da reação (Figura 2.7). O equilíbrio químico, portanto, é dinâmico e se caracteriza como o estado reacional em que as velocidades das reações inversa e direta se igualam (Figura 2.8), o que faz com que as concentrações dos participantes da reação fiquem constantes a partir daí.

Figura 2.7 - Reversibilidade das reações.



Fonte: <http://www.coladaweb.com/quimica/quimica-geral/equilibrio-quimico>

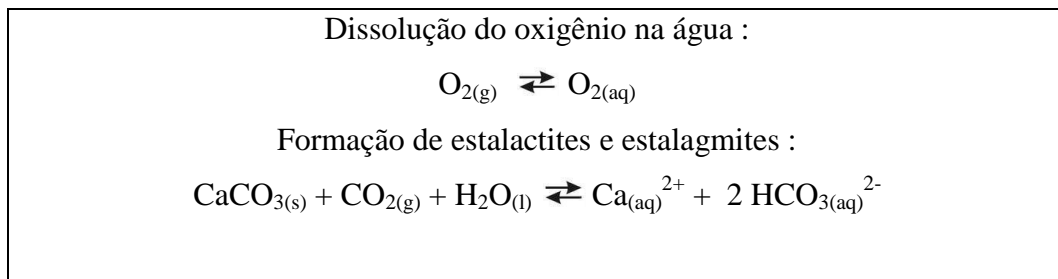
Figura 2.8 - Gráfico de Equilíbrio Químico.



Fonte: <http://quimicamentecomplexo.blogspot.com.br/>.

Na natureza há muitos sistemas em equilíbrio, ou seja, reações reversíveis, como por exemplo a dissolução do gás oxigênio na água e o processo de formação das estalactites e estalagmites. Entretanto, a maioria das reações abordadas no presente estudo são caracterizadas como reações irreversíveis (Quadro 2.7).

Quadro 2.7 - Dissolução do oxigênio na água e formação de estalactites e estalagmites.



Fonte : Usberco e Salvador (2009)

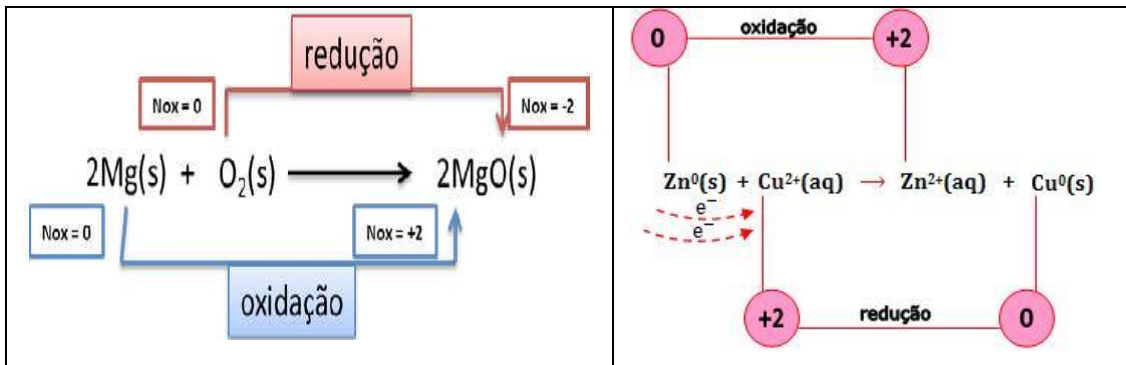
### 2.1.5 Transferência de elétrons

As reações de oxidação-redução (oxirredução) envolvem a transferência de elétrons de uma espécie para a outra. Nessas reações os processo de oxidação e redução ocorrem simultaneamente, ou seja, conforme uma espécie se oxida, outra se reduz e o número total de elétrons perdidos por uma espécie é igual ao número total de elétrons recebidos pela outra.

Considerando que os elétrons perdidos por uma espécie são utilizados para reduzir a outra, a espécie que sofre oxidação é chamada agente redutor. Em contrapartida a que recebeu elétrons da outra espécie, provocando a oxidação, é o agente oxidante (MASTERTON; SLOWINSKI; STANITSKI, 1990).

Nessas reações, ocorre alteração do número de oxidação de um ou mais elementos ao longo da reação (Figura 2.9). Nos compostos iônicos, o número de oxidação (Nox) corresponde à carga do íon de cada elemento e essa carga equivale ao número de elétrons perdidos ou recebidos na formação do composto. Já nos compostos moleculares, o Nox corresponde a uma carga elétrica hipotética atribuída a cada átomo nas substâncias em função das diferenças de eletronegatividade.

Figura 2.9 - Reações de oxirredução.

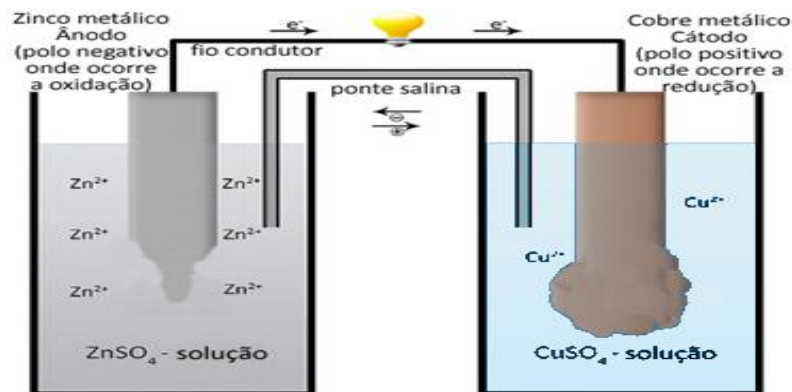


Fonte: [www.portalsaofrancisco.com.br](http://www.portalsaofrancisco.com.br)

Fonte: [www.colegioweb.com.br](http://www.colegioweb.com.br)

As reações de oxirredução podem ser utilizadas como fonte de energia elétrica, em função da transferência (movimento) de elétrons que nelas ocorrem (Figura 2.10). Tais reações proporcionam o funcionamento de pilhas e baterias, mas também acarretam um grande problema enfrentado pelas indústrias, a corrosão.

Figura 2.10 - Funcionamento de uma pilha eletroquímica.



Fonte: <http://www.alunosonline.com.br/quimica/pilha-daniell.html>

## 2.2. Análise de alguns tipos de reações

As reações químicas podem se processar em via seca (ausência de água), ou em solução aquosa, e neste caso é preciso que se considere o tipo de espécies presentes na

solução. Reações tais como as combustões e decomposições ocorrem na ausência de água, enquanto as reações de oxirredução ou aquelas entre ácidos e bases ocorrem em meio aquoso.

### 2.2.1 Reações na ausência de água

#### *Reações de Combustão*

As reações de combustão estão presentes em muitos aspectos do cotidiano. Por exemplo, as principais fontes de geração de energia resultam da combustão ou queima de determinados combustíveis, como o etanol, a gasolina, o carvão vegetal, entre outros. Além disso, a energia necessária para a sobrevivência dos organismos vivos é resultado de reações de combustão que ocorrem dentro das células, quando a comida ingerida é “queimada” no organismo.

Tais reações são frequentemente citadas por professores na introdução da unidade sobre transformação química. Entretanto, normalmente, o estudo dessas transformações não ultrapassa a superficialidade, pois não são abordados aspectos químicos importantes para a compreensão efetiva do que realmente ocorre nelas (GALLIAZZI et al., 2005). Em função da relevância científica, tecnológica e social atribuída a essas reações, torna-se fundamental uma abordagem mais detalhada de seus vários aspectos.

Para que ocorra combustão, três fatores devem estar presentes: o combustível (material a ser queimado, oxidado), o comburente (material gasoso, cuja função é oxidar o combustível) e uma fonte de ignição (agente responsável pelo início do processo de queima, ou seja, um acontecimento responsável pela queima inicial e que forneça a energia de ativação). Esses três fatores compõem o triângulo de fogo. Depois que se dá início a reação de combustão, a energia liberada sustenta a reação e permite que ela continue até que o combustível, o comburente ou o calor (energia liberada), acabe. Isso significa que ocorrerá uma reação em cadeia.

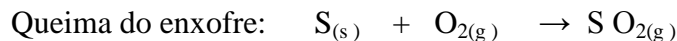
Em geral, as combustões são reações irreversíveis, rápidas e de oxirredução, onde, normalmente, o oxigênio do ar é o agente oxidante e reduz-se quase sempre ao Nox -2.

Essas transformações são extremamente exotérmicas, ou seja, liberam calor para o ambiente e, por isso, são utilizadas como fonte de energia. Dentre os diversos fatores que contribuem para a produção de energia, os mais significativos são os referentes à quebra e à formação de ligações químicas intra e intermoleculares: o processo de quebra das ligações da(s) substância(s) combustível(eis) e do comburente é endotérmico, enquanto o processo de formação de novas ligações nos produtos é exotérmico. Os combustíveis podem ser

inorgânicos, como enxofre, ferro e magnésio, por exemplo, ou orgânicos. Na queima de materiais inorgânicos, em geral, são produzidos óxidos, como descreve as equações abaixo:



Essa reação foi utilizada até a década de 80 como flash para máquinas fotográficas e hoje em dia, em lanternas utilizadas em pesca submarina.



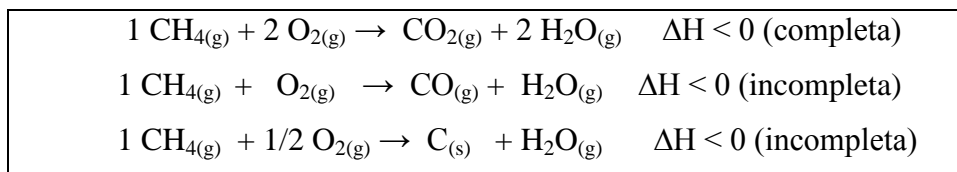
O gás dióxido de enxofre é um dos principais poluentes atmosféricos que afeta a vida do homem. A principal fonte de emissão desse gás para a atmosfera é a combustão de materiais que contenham enxofre na sua composição. Na maioria das vezes, o enxofre está presente no material como contaminante, como no caso do enxofre presente nos combustíveis fósseis (CARDOSO; FRANCO, 2002).

No entanto, no dia-a-dia, as reações de combustão que estão mais presentes na vida das pessoas são aquelas que envolvem os combustíveis orgânicos, principalmente os hidrocarbonetos, derivados do petróleo, tais como gás natural, GLP, gasolina, óleo diesel, parafina, dentre outros. Além de ser um processo fundamental na manutenção da vida, pois é através da queima da glicose que os animais obtêm energia.

Quando a quantidade de oxigênio é suficiente para consumir o combustível, a reação se dá de forma completa e, no caso de hidrocarbonetos e compostos oxigenados, por exemplo, produzirá gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O). Do contrário, a combustão será parcial, incompleta, gerando monóxido de carbono (CO) e água; ou carbono, fuligem (C) e água.

Por exemplo, a combustão completa do gás encanado - constituído de gás natural, metano (CH<sub>4</sub>), do Bico de Bunsen, pode ocorrer, em função da abertura total da janela, permitindo a entrada da quantidade suficiente de oxigênio. Nesse caso, a quantidade de energia liberada será maior e a chama terá coloração azul. Por outro lado, se a janela do bico de Bunsen estiver fechada, haverá redução da quantidade de oxigênio e a chama obtida será amarela, caracterizando a combustão incompleta, liberando uma quantidade menor de energia e gerando monóxido de carbono(CO) e fuligem (C), responsável pela coloração amarela da chama (Quadro 2.7).

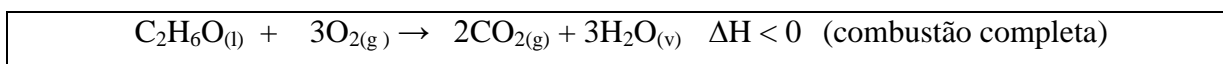
Quadro 2.8 - Reações de combustão do metano.



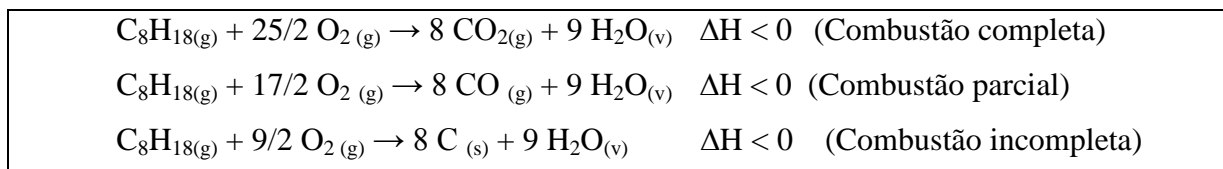
Fonte: Russel (1994).

No caso dos compostos orgânicos, a probabilidade de ocorrência de combustão incompleta aumenta, conforme o aumento do número de átomos de carbono na cadeia, pois há a necessidade de uma quantidade maior de oxigênio para que a reação se complete. Sendo assim, a combustão do etanol é completa (Quadro 2.9), diferentemente do que ocorre com a gasolina (Quadro 2.10), óleo diesel e parafina, mistura de alcanos com átomos de carbono que variam de 20 a 36 (Quadro 2.11).

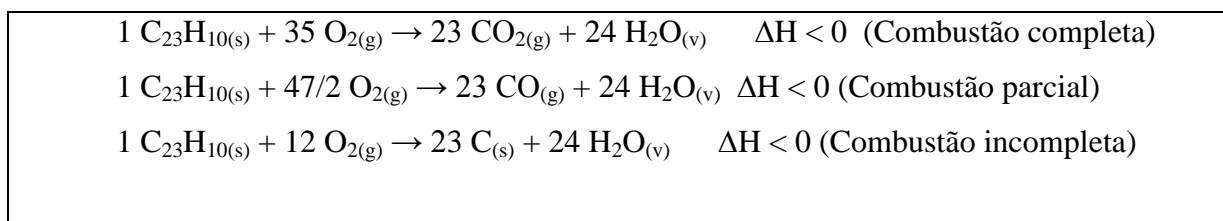
Quadro 2.9 - Combustão do etanol (álcool comum).

Fonte: <http://www.brasilecola.com/quimica/combustao-chamas-cores-diferentes.htm>

Quadro 2.10 - Combustão do isoctano (um dos principais componentes da gasolina).

Fonte: <http://www.brasilecola.com/quimica/combustao-chamas-cores-diferentes.htm>.

Quadro 2.11 - Combustão da parafina.

Fonte: <http://www.brasilecola.com/quimica/combustao-chamas-cores-diferentes.htm>.

As combustões, por representarem exemplos de situações de alta vivência por parte dos alunos, permitem a abordagem de vários assuntos da química e a contextualização dos mesmo, proporcionando a evolução dos conceitos do fenomenológico ao teórico

(microscópico), permitindo ainda a compreensão da representação através da utilização da linguagem química.

### 2.2.2 Reações em Solução Aquosa

As reações que se processam em solução aquosa representam grandes oportunidades de elucidar conceitos sobre a natureza das espécies químicas presentes nesse meio, tais como íons, moléculas, átomos, elementos etc. Além de permitirem a utilização da linguagem química para representar, através da equação química, a presença de tais espécies. Tanto as reações de oxirredução quanto aquelas que envolvem ácidos e bases são reações eletrolíticas, ou seja apresentam íons em solução.

#### a) Reações de oxirredução envolvendo metais

Muitos processos de oxirredução têm grande importância na vida diária, como, por exemplo: a corrosão, a fermentação, a respiração e a combustão da gasolina, entre outros. O estudo da oxidação dos metais é um tema de grande importância devido ao enorme número de aplicações que estes encontram na fabricação dos mais variados produtos (GENTIL, 1987 *apud* PALMA; TIERA, 2003). A ordem de reatividade dos metais pode ser estabelecida tendo como referência os potenciais padrão de redução, ou seja, quanto maior e mais positivo o  $E^{\circ}_{\text{red}}$ , maior a tendência de ocorrência da redução (Figura 2.11). Dessa forma, os metais podem ser colocados numa fila decrescente de reatividade, que obedece a ordenação dada no quadro 2.12. (PALMA; TIERA, 2003).

Quadro 2.12 - Ordem de reatividade de alguns elementos.

|   |
|---|
| Li > K > Ca > Na > Mg > Al > Zn > Fe > Ni > Pb > H > Cu > Ag > Pd > Pt > Au |
|---|

Fonte: Russel (1994).

Considerando-se os diferentes potenciais de redução, é possível observar, experimentalmente, que metais com potenciais de redução menores têm maior tendência a transferirem seus elétrons em presença de água e oxigênio, formando, portanto, seus respectivos óxidos. A oxidação de diferentes metais gera diferentes óxidos, muitos dos quais são caracterizados por cores particulares.



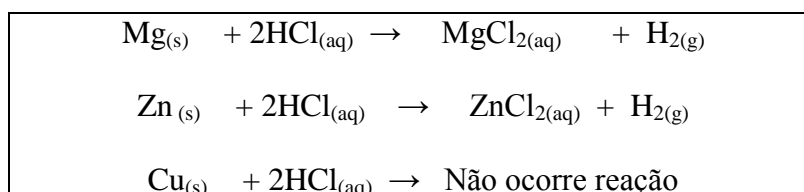
Figura 2.11 - Valores de potenciais de oxidação e redução.

| Potencial de redução ( $E_{\text{red}}^0$ ) | Estado reduzido                     | Estado oxidado  | Potencial de oxidação ( $E_{\text{oxid}}^0$ ) |
|---|-------------------------------------|---|---|
| -3,04                                       | Li                                  | $\rightleftharpoons$ Li <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>                         | +3,04   |
| -2,92                                       | K                                   | $\rightleftharpoons$ K <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>                          | +2,92   |
| -2,90                                       | Ba                                  | $\rightleftharpoons$ Ba <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>                      | +2,90   |
| -2,89                                       | Sr                                  | $\rightleftharpoons$ Sr <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>                      | +2,89   |
| -2,87                                       | Ca                                  | $\rightleftharpoons$ Ca <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>                      | +2,87   |
| -2,71                                       | Na                                  | $\rightleftharpoons$ Na <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>                         | +2,71   |
| -2,37                                       | Mg                                  | $\rightleftharpoons$ Mg <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>                      | +2,37   |
| -1,66                                       | Al                                  | $\rightleftharpoons$ Al <sup>3+</sup> + 3 e <sup>-</sup>                      | +1,66   |
| -1,18                                       | Mn                                  | $\rightleftharpoons$ Mn <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>                      | +1,18   |
| -0,83                                       | H <sub>2</sub> + 2(OH) <sup>-</sup> | $\rightleftharpoons$ 2 H <sub>2</sub> O + 2 e <sup>-</sup>                    | +0,83   |
| -0,76                                       | Zn                                  | $\rightleftharpoons$ Zn <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>                      | +0,76   |
| -0,74                                       | Cr                                  | $\rightleftharpoons$ Cr <sup>3+</sup> + 3 e <sup>-</sup>                      | +0,74   |
| -0,48                                       | S <sup>2-</sup>                     | $\rightleftharpoons$ S + 2 e <sup>-</sup>                                     | +0,48   |
| -0,44                                       | Fe                                  | $\rightleftharpoons$ Fe <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>                      | +0,44   |
| -0,28                                       | Co                                  | $\rightleftharpoons$ Co <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>                      | +0,28   |
| -0,23                                       | Ni                                  | $\rightleftharpoons$ Ni <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>                      | +0,23   |
| -0,13                                       | Pb                                  | $\rightleftharpoons$ Pb <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>                      | +0,13   |
| 0,00  | H <sub>2</sub>                      | $\rightleftharpoons$ 2H <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup>                       | 0,00  |
| +0,15                                       | Cu <sup>+</sup>                     | $\rightleftharpoons$ Cu <sup>2+</sup> + e <sup>-</sup>                        | -0,15   |
| +0,34                                       | Cu                                  | $\rightleftharpoons$ Cu <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>                      | -0,34   |
| +0,40                                       | 2 (OH) <sup>-</sup>                 | $\rightleftharpoons$ H <sub>2</sub> O + 1/2 O <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup> | -0,40   |
| +0,52                                       | Cu                                  | $\rightleftharpoons$ Cu <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>                         | -0,52   |
| +0,54                                       | 2I <sup>-</sup>                     | $\rightleftharpoons$ I <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup>                        | -0,54   |
| +0,77                                       | Fe <sup>2+</sup>                    | $\rightleftharpoons$ Fe <sup>3+</sup> + e <sup>-</sup>                        | -0,77   |
| +0,80                                       | Ag                                  | $\rightleftharpoons$ Ag <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>                         | -0,80   |
| +0,85                                       | Hg                                  | $\rightleftharpoons$ Hg <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>                      | -0,85   |
| +1,09                                       | 2 Br <sup>-</sup>                   | $\rightleftharpoons$ Br <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup>                       | -1,09   |
| +1,23                                       | H <sub>2</sub> O                    | $\rightleftharpoons$ 2H <sup>+</sup> + 1/2 O <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup>  | -1,23   |
| +1,36                                       | 2 Cl <sup>-</sup>                   | $\rightleftharpoons$ Cl <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup>                       | -1,36   |
| +2,87                                       | 2 F <sup>-</sup>                    | $\rightleftharpoons$ F <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup>                        | -2,87   |

Fonte: <http://www.colegioweb.com.br/quimica/tabela-de-potenciaispadrao-de-reducao-.html>

A corrosão dos metais por ácidos pode ser analisada a partir da comparação dos potenciais padrão, ou ainda a partir da reatividade dos mesmos, sendo assim observa-se que metais como o magnésio e zinco sofrem corrosão em presença de solução diluída de ácido clorídrico, sendo que com o magnésio, a reação tem uma velocidade maior, já que ele é mais reativo que o zinco. Porém, o mesmo não ocorre com o cobre, cujo potencial de oxidação é menor que o potencial de oxidação do hidrogênio, tendo, portanto, maior tendência a se reduzir do que a se oxidar (Quadro 2.13).

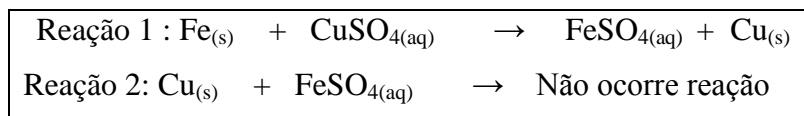
Quadro 2.13 - Reações de oxidação de metais.



Fonte: Usberco e Salvador (2009)

Os valores de potencial de oxidação ou de redução também podem ser utilizados ainda na previsão de ocorrência de uma reação química. Sendo assim, ao colocar uma placa de ferro em uma solução aquosa de sulfato de cobre II, rapidamente observa-se a formação de um sólido avermelhado sobre a placa de ferro, indicando a ocorrência de reação (formação de cobre metálico). Entretanto, quando uma placa de cobre é imersa em uma solução aquosa de sulfato ferroso, nenhuma modificação é observada, ou seja, não ocorre reação química (Quadro 2.14). O ferro tem maior potencial de oxidação e o cobre de redução. Assim, a reação 1 ocorre, entretanto na reação 2, por ter maior potencial de redução, o cobre tende a permanecer na forma reduzida, como  $\text{Cu}^0$ , e por isso não ocorre reação.

Quadro 2.14 - Reações de metais com sal.



Fonte: Usberco e Salvador (2009).

A diferença de reatividade causada pelos diferentes valores de potenciais de redução é de grande utilidade também na geração de corrente elétrica (pilhas e baterias), a partir da transferência de elétrons, ocorrida em reações de oxirredução; na escolha de materiais relacionada ao fim que se destina, por exemplo, as próteses e pinos utilizadas em ortopedia, em geral, são de platina ou titânio, jamais poderia ser utilizado o ferro para esse fim. Na indústria náutica ou a na engenharia civil artificiais também são utilizados para evitar a corrosão (RUSSEL, 1994).

Normalmente, associa-se processos de corrosão à formação da ferrugem (enferrujar), porém este processo ocorre com vários metais. Além do ferro, outros materiais, tais como concreto e polímeros orgânicos, também sofrem corrosão.

A corrosão, muitas vezes, pode ser um processo de oxidação indesejável e, sem que se perceba, processos corrosivos estão presentes direta ou indiretamente no cotidiano, pois podem ocorrer em grades, automóveis, eletrodomésticos e instalações industriais.

Portanto, a corrosão é um permanente desafio ao homem, pois quanto mais a ciência cria, evolui e a tecnologia avança, mais ela encontra espaço e maneiras de se fazer presente. Para vencer esses desafios, na maioria das vezes, é necessário o emprego de uma técnica anticorrosiva. Os processos mais empregados para a prevenção da corrosão são a proteção catódica e anódica, os revestimentos e os inibidores de corrosão (PALMA; TIERA, 2003).

A técnica de proteção catódica é um procedimento eletroquímico que atenua o processo de corrosão dos metais, sendo bastante usada na proteção de gasodutos e tanques de combustíveis. É graças à proteção catódica que tubulações enterradas para o transporte de água, petróleo e gás, e grandes estruturas portuárias e plataformas marítimas operam com segurança (PALMA; TIERA, 2003).

Tanques de aço contendo combustível apresentam placas de magnésio que os protegem. Isso também acontece em navios e oleodutos, por exemplo. As latas de conservas são compostas pela chamada folha de flandres (liga de ferro e carbono), recoberta por uma camada de estanho para a sua proteção.

Uma outra maneira de proteção contra a corrosão é a galvanização, processo de revestimento feito com uma fina camada de ouro metal, impedindo o contato direto do metal com o ar ou a água. Pode-se usar, por exemplo, o zinco para proteger o ferro do aço.

#### b) Reações envolvendo ácidos e bases

Os ácidos são considerados eletrólitos, gerando uma solução condutora de corrente elétrica, pois quando estão em solução aquosa, sofrem ionização pela água. Sendo assim, de acordo com a teoria de Arrhenius, em soluções ácidas estão sempre presentes íons hidrônio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ). As bases também são consideradas, pois quando em solução aquosa, sofrem dissociação iônica, liberando um cátion diferente de  $\text{H}_3\text{O}^+$  e o ânion hidroxila ( $\text{OH}^-$ ), de acordo com a teoria de Arrhenius (RUSSEL, 1994).

Quando um ácido reage com uma base, ocorre uma reação de neutralização, que pode ser total ou parcial. Na neutralização total, os íons  $\text{H}_3\text{O}^+$  da solução ácida são neutralizados pelos íons  $\text{OH}^-$  da solução básica, produzindo água. Em solução, permanecerão o cátion da base e o ânion do ácido, originando uma solução aquosa de um sal. Se o sal for solúvel em água, poderá ser evidenciado somente se toda a água do sistema for evaporada, entretanto se a solubilidade dos íons em água for parcial, o sal formado precipitará.

As reações de neutralização assim como as demais apresentadas até agora representam situações de alta vivência para os alunos, portanto, as considerações e descrições sobre o tema reações químicas feitas até o presente momento não deixam dúvidas quanto à importância desse assunto para o ensino de química, bem como ressaltam a necessidade de um olhar mais amplo e cuidadoso sobre ele. Sendo assim, as ideias expostas nesse capítulo vão ao encontro das propostas do MEC, através dos PCN, no qual as transformações químicas são apontadas como um dos pilares da química na educação básica. Nesse documento as propostas de

ensino desse tema corroboram com o pensamento que levou à elaboração deste trabalho, entretanto será que tais propostas e tais ideias encontram respaldo e são abraçadas pelos professores?

### **2.3 O programa de química para a educação básica**

Em documentos produzidos por iniciativa do Ministério da Educação, tais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), são apresentadas propostas para o ensino de química na educação básica. De acordo com os PCN, a ideia de aprendizagem baseada na memorização de conteúdos fragmentados, distantes da realidade do aluno e sem significado real para ele, está ultrapassada e não cabe mais no mundo de hoje. Em contrapartida, esse documento ressalta que o conhecimento químico deve proporcionar uma melhor interpretação de mundo e possibilitar a intervenção na realidade. Partindo dessa ótica, pretende-se que “O aluno reconheça e compreenda, de forma integrada e significativa, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos [...]” (BRASIL, 1999, p.87)

Sendo assim, os conhecimentos químicos devem ser expostos de forma que fique explícito seu caráter dinâmico, multidimensional. Entretanto, como afirma Maldaner (2006), o que ocorre nos programas escolares, é que ainda persiste a ideia conteudista, que privilegia um número enorme de conteúdos a desenvolver, com detalhamentos desnecessários para a educação básica.

O autor ainda ressalta que a prática corrente dos professores de química é ministrar as aulas a partir de uma sequência convencionada de conteúdos de química, sem preocupação com as interrelações que se estabelecem entre esses conteúdos e, muito menos, com questões mais amplas da sociedade. Na maioria das salas de aula são mantidas as mesmas sequências de aulas e matérias, com os mesmos professores, com as mesmas ideias básicas de currículo e a mesma baixa qualidade educativa ao longo dos tempos.

Infelizmente, como ressalta o autor, hoje ainda há uma grande divergência entre o ensino de química no currículo praticado e aquele que a comunidade de pesquisadores em educação química do país e o governo vêm propondo.

Os programas de química vigentes na maioria das escolas não têm compromisso com a formação conceitual sólida na área de química e muito menos com a “aprendizagem significativa” dos conteúdos próprios da ciência química. Com esses programas ocorre apenas

a tentativa de “transmissão” desses conteúdos ou a “transferência” deles para a cabeça dos alunos (MALDANER, 2006).

A organização dos conteúdos em uma sequência linear de itens abordados nos programas na maioria das escolas brasileiras confere aos fenômenos estudados uma visão fragmentada, incompleta, dificultando, inclusive, a compreensão, a interpretação e a contextualização dos mesmos. Os itens relacionados em índices de livros didáticos parecem uma colcha de retalhos, sem conexão uns com os outros.

Acredita-se, concordando com Zanon (2010), que para ensinar química na educação básica é necessário que se utilize a lógica de quem aprende uma ciência (o aluno), que é diferente da lógica de quem a estrutura ou de quem a conhece (os professores), sendo assim, não é possível seguir um “manual” de instrução baseado em índices de livros “didáticos”, iniciando o estudo de química na educação básica como se o aluno já conhecesse a matéria e precisasse apenas fazer uma revisão dos conteúdos.

Nesse sentido, o currículo que geralmente é apresentado nos livros didáticos, tradicionais necessita de uma severa leitura crítica, tanto por propiciar pouca compreensão por parte dos jovens em sua formação básica, quanto pela limitação com que ele é concebido, isto é, o acúmulo de conhecimentos isolados e fossilizados, com questionável papel formador. Dar prioridade à quantidade em detrimento da qualidade, dificulta a participação do aluno na construção de um entendimento fecundo sobre o mundo (MALDANER, 2006).

É difícil saber como se chegou a tal “consenso” sobre o que é um programa de química. E apesar das críticas por parte dos professores sobre o modelo de ensino adotado atualmente, o fato é que dificilmente eles querem abrir mão de qualquer item ou da sequência do programa. Quando os professores participam de discussões sobre o programa de química da educação básica, de acordo com Maldaner, (2006), apontam muitas razões para não romperem com os programas tradicionais, tais como desconhecimento de programas alternativos, falta de autonomia para fazê-lo, convicções e crenças pessoais não refletidas sobre o que seja a química e insegurança, dentre outras.

Entretanto, os professores precisam interrogar-se sobre esse programa e refletir sobre a construção ou reconstrução do conhecimento químico junto aos adolescentes e aos jovens, pois discutir a natureza do conhecimento científico e seu significado para a sociedade atual também são atribuições dos professores de química que, ao não assumi-las, diminuem a sua autonomia e vêm cair sempre mais o seu estatuto social e profissional.

Ainda sobre a insistência dos professores na utilização de programas tradicionais, observa-se que, muitas vezes, ela está vinculada ao fato de não serem consultados na

construção dos documentos com novas orientações curriculares produzidas, e por se sentirem fora do processo de implementação das pretendidas melhorias e, portanto, não são valorizados em sua profissão e, muitas vezes demonstram-se pouco comprometidos com ela.

Embora haja uma convicção entre as autoridades educacionais de que esses documentos possam constituir-se em um eixo de transformação da educação no país, infelizmente ainda há uma grande divergência entre o ensino de química no currículo praticado e aquele que a comunidade de pesquisadores em educação química do país vem propondo. Torna-se necessário um diálogo mais aprofundado e dinamicamente articulado, que envolva níveis e âmbitos diversificados do ensino e da formação (PCN), ou seja um debate realmente significativo em torno deles. Para uma mudança significativamente na qualidade educativa na sala de aula, os esforços e os recursos devem ser direcionados ao tema magistério, especificamente ao professor e sua formação, pois é ele que atua como mediador do processo em qualquer reforma do ensino (MALDANER, 1999).

Segundo Maldaner (2006) somente uma reflexão profunda e mediada com novos níveis de entendimento poderia superar essa limitação na prática dos professores. Talvez seja difícil mudar — é assim que os professores aprenderam e é assim que pensam até hoje, mas a clareza racional e a melhor aprendizagem dos alunos certamente merecem reflexão, coragem e iniciativa para mudar.

Baseando-nos em estudos realizados, essa pesquisa aponta uma alternativa para o ensino desse assunto tão importante dentro da química (as reações químicas), mostrando que é possível, através de atividades práticas, a utilização de uma abordagem dos conteúdos de química que se organiza, não como uma sequência de conceitos químicos isolados, mas com uma visão global e interligada num sistema de conceitos, que já está presente no planejamento do professor, que tem em mente o sistema conceitual que deseja tratar com seus alunos.

Sendo assim, por ser uma situação de alta vivência dos alunos e conceitualmente rica, o tema reações químicas permite uma abordagem diferente da lógica dos programas tradicionais, a lógica de quem já conhece Química. Ou seja, permite o resgate de assuntos já abordados e a antecipação de maneira superficial de outros, e assim possibilitar que o aluno tenha uma visão mais global do fenômeno, entrando em contato, a partir da mediação do professor, com vários assuntos subjacentes que norteiam o tema reações químicas. É essa abordagem que pode permitir que o conhecimento químico se constitua na mente dos alunos de forma mais abrangente e menos fragmentada sob o ponto de vista da química.

### **3 UM ESTUDO SOBRE ENSINO DE QUÍMICA EM LABORATÓRIO: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Nesse capítulo serão apresentados o contexto da pesquisa, os instrumentos para coleta de dados e os critérios para a análise e discussão dos resultados. A busca por uma metodologia que se adequasse aos objetivos propostos nos levou a adotar uma abordagem qualitativa, de caráter exploratório. O trabalho de campo foi conduzido em uma escola técnica pública, situada na Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro, que funciona em três turnos e atende cerca de quatro mil alunos.

#### **3.1 Contexto da pesquisa**

##### **3.1.1. Os sujeitos**

Os sujeitos desse estudo são oito professores de química que, na ocasião em que esta pesquisa foi realizada (2011 e 2012), estavam ministrando aulas no laboratório da escola escolhida. São seis mulheres e dois homens, entre 38 e 63 anos de idade, seis destes com mais de quinze anos de experiência no magistério, sendo pelo menos dez anos na escola em que foi realizada a pesquisa; todos moradores da Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro, licenciados em química, dois em universidades públicas e os demais em particulares. Observa-se uma maior porcentagem no intervalo de 40 a 60 anos (42,88%), mostrando que a população em estudo é madura, experiente, apresentando muito tempo de profissão.

Quanto à formação de cada profissional entrevistado, observa-se (Tabela 3.3) que são professores que concluíram a graduação nas décadas de 70, 80 e 90 (exceto um que se formou em 2005), seis deles fizeram o curso técnico em química no ensino médio e apenas um não possui curso de especialização em áreas relacionadas à educação (Tabela 3.1). Este dado pode interferir na qualidade das aulas, visto que são professores preocupados com o aprimoramento de seu desempenho no magistério, pois seis destes já participaram de vários cursos de formação continuada relacionados à educação em química (Tabela 3.2).

Dos professores entrevistados, seis tiveram outras experiências profissionais além do magistério, em indústrias, por exemplo, mas sempre trabalharam como docentes, com exceção de um professor que atuou em indústrias a maior parte da sua vida profissional.

Atualmente todos os sujeitos da pesquisa trabalham em escolas públicas do Rio de Janeiro, dois deles trabalham também em escolas particulares.

Os participantes desta pesquisa explicitaram em suas declarações a paixão e o encantamento pela química e a preocupação com a educação, pois são professores que estão buscando um aprimoramento profissional, principalmente relacionado às atividades experimentais, através de cursos de formação continuada. Eles acreditam que tais cursos possibilitam uma atualização constante e o preenchimento de uma lacuna pedagógica que existe em relação às aulas de laboratório, em função da formação deficitária na graduação. Todos os professores entrevistados trabalham na escola no regime de 40h/aula, sendo 24 tempos destinados a aulas em sala e/ou no laboratório (Tabela 3.3).

### 3.1.2. A escola

A escola localiza-se na Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro, em um prédio antigo, mas que somente a partir de 1996 passou a atender exclusivamente o ensino médio. A escolha da escola para a realização dessa pesquisa está relacionada a minha vivência como professora há dezessete anos na mesma. Trata-se de uma escola pública de grande porte, que atende a cerca de quatro mil alunos de ensino médio, em três turnos. Oferece os cursos técnicos de Enfermagem, Mecânica, Eletrônica, Processamento de Dados e Telecomunicações concomitante como ensino médio e também pós-médio. Além dos laboratórios destinados às disciplinas técnicas, a escola apresenta um laboratório de química, um de física e um de biologia, todos com uma infraestrutura razoável em relação a outras escolas públicas.



Tabela 3.1 – Formação Docente.

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| Ensino Médio                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Curso Técnico em Química: 5</li> <li>• Ensino Médio Regular: 3</li> </ul>                                   |
| Graduação                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Licenciatura em Química: 8</li> <li>• Bacharelado em Química: 4</li> <li>• Química Industrial: 4</li> </ul> |
| Pós-Graduação                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas relacionada à Química ou à Educação: 7</li> </ul>   |
| Formação Continuada de Curta Duração | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas relacionadas à Química ou à Educação: 6</li> </ul>  |

Fonte: elaborado pela autora.

Tabela 3.2. –Atuação profissional

|  |   |
|--|---|
| Tempo de Magistério                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 a 15 anos: 2</li> <li>• 20 a 30 anos: 4</li> <li>• mais de 30 anos: 2</li> </ul> |
| Tempo de Magistério na Rede Pública      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 a 5 anos: 2</li> <li>• 10 a 15 anos: 6</li> </ul>                                |
| Ensino em Laboratório na Educação Básica | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 a 6 anos: 7</li> <li>• mais de 10 anos: 1</li> </ul>                             |

Fonte: elaborado pela autora.

Tabela 3.3 – Perfil geral dos professores que participaram do estudo.

| P  | S | I  | T<br>M | TME<br>P | TL | EM             | G   | PG                                   | CFC                                     |
|----|---|----|--------|----------|----|----------------|---|--------------------------------------|---|
| P1 | F | 38 | 12     | 12       | 3  | Técnico        | Licenciatura e Bacharelado UERJ (1988-1992)                                       | Especialização História da Química   | EAD                                     |
| P2 | F | 61 | 34     | 15       | 12 | Formação Geral | Licenciatura e Bacharelado Souza Marques (1974-1979)                              | Especialização Desempenho Escolar    | Experimentos e Didática                 |
| P3 | M | 39 | 19     | 12       | 5  | Técnico        | Licenciatura e Noções Tecnológicas Souza Marques (1988-1991)                      | Não                                  | Não                                     |
| P4 | F | 49 | 24     | 13       | 4  | Formação Geral | Licenciatura e Química Industrial Nuno Lisboa e FAHUPE (1980-1987)                | Especialização Ensino de Ciências    | Experimentos e Didática                 |
| P5 | F | 62 | 36     | 13       | 6  | Formação Geral | Licenciatura e UERJ (1979-1983)   | Especialização Docência Superior     | Experimentos e Didática                 |
| P6 | F | 51 | 26     | 2        | 1  | Técnico        | Licenciatura e Bacharelado com noções Tecnológicas Souza Marques (1974-1979)      | Especialização Metodologia de Ensino | Metais e Corrosão; Pedagogia e Didática |
| P7 | F | 57 | 28     | 3        | 2  | Técnico        | Licenciatura e Bacharelado FAHUPE (1974-1979)                                     | Especialização Química Orgânica      | Tratamento e Qualidade da água          |
| P8 | M | 48 | 5      | 2        | 2  | Técnico        | Licenciatura Santa Úrsula (1980-1987) e Química Industrial Unigranrio (2004-2005) | Especialização Meio Ambiente         | Não                                     |

**LEGENDA**

|                                |   |                    |                                     |
|--------------------------------|---|--------------------|-------------------------------------|
| P = Identificação do Professor | TM = Tempo de magistério  | EM = Ensino Médio  | CFC = Cursos de Formação Continuada |
| S = Sexo                       | TMEP = Tempo de magistério na escola em que foi realizada a pesquisa              | G = Graduação      |                                     |
| I = Idade                      | TL = Tempo de magistério no laboratório da escola em que foi realizada a pesquisa | PG = Pós-Graduação |                                     |

### 3.1.3. O laboratório e as aulas práticas

O espaço físico do laboratório é bom, pois é amplo e apresenta duas grandes bancadas centrais, onde acontecem as práticas e três bancadas laterais (com armários embaixo), que são utilizadas como apoio, uma porta, um chuveiro em seu interior, uma capela (que não está em funcionamento) e vinte bancos (Figura 3.1). Entretanto existem poucos equipamentos como centrífuga, capela e balança analítica, e alguns deles, em função das dificuldades com a manutenção, não estão funcionando. O mesmo ocorre com os reagentes, embora a quantidade seja satisfatória, alguns estão fora do prazo de validade e não há reposição frequente dos mesmos. Um aspecto que certamente dificulta a realização das aulas é a ausência de um técnico de laboratório. Sendo assim, toda a preparação da prática, lavagem da vidraria e preparação de reagentes e das soluções é feita pelos próprios professores, o que diminui o tempo destinado às aulas.

Figura 3.1- Laboratório de química da escola.



Fonte: elaborado pela autora.

O prédio onde funciona o laboratório é antigo, apesar de já ter passado por pequenas reformas. Até 1995 esse laboratório era destinado a aulas de ciências, mas em 1997 começou a ser utilizado para aulas de química para alunos do ensino médio, por iniciativa dos três professores de química da escola. Essa iniciativa é consequência da concepção desses professores em relação à importância de aulas práticas. Sendo assim, era consenso entre eles que trabalhar em uma escola que apresentava um laboratório de química montado era um

privilégio e portanto deveriam aproveitar essa oportunidade e não desperdiçar a possibilidade de proporcionar aos alunos aulas práticas.

Naquela época não havia práticas ou roteiros pré-determinados pela escola para serem seguidos, o que proporcionou a esses professores a liberdade para selecionar, planejar e elaborar as aulas de laboratório de acordo com a sua visão de experimentação e de acordo com as necessidades e infraestrutura da própria escola. Como existia apenas um laboratório de química e poucos professores para atender cerca de quatro mil alunos, cada série tinha apenas uma aula prática por ano. Ainda assim achávamos importante para a formação dos alunos a existência dessas aulas.

De acordo com Nanni (2004), a maioria das escolas brasileiras não destinam um espaço físico para a realização de experimentos e os materiais são poucos ou inexistentes. Portanto, a carência de material para se trabalhar em laboratórios de química é uma realidade principalmente nas escolas da rede pública do Rio de Janeiro. Os professores demonstram-se pouco satisfeitos com as condições de infraestrutura dos laboratórios e materiais para as aulas de química.

Laboratórios são construções caras, equipadas com instrumentos sofisticados, exigem técnicas para mantê-los funcionando, os alunos precisam se deslocar até lá, as turmas não podem ser grandes, os materiais têm que ser frequentemente substituídos e renovados, etc. Talvez seja por estes motivos que os laboratórios e as aulas experimentais de química têm se tornado cada vez mais escassos. Apesar da dificuldade de se construir e se manter um laboratório de química é consenso entre muitos representantes da comunidade científica que ele é fundamental ao ensino. Em face a essa realidade, considerávamos um privilégio a existência de um laboratório relativamente equipado na escola, ainda que não fosse suficiente para atender de maneira ideal a todos os alunos.

Com a aquisição de mais professores de química pela escola, aumentou um pouco a quantidade de aulas no laboratório por série, de modo a atender o máximo de alunos possível ao longo do ano. Desde o ano 2000, os alunos vão ao laboratório seguindo um rodízio trimestral das séries. Sendo assim, a primeira série assiste aula no laboratório uma vez por ano, em um trimestre, já que o número de turmas dessa série é maior, a segunda e a terceira séries assistem aulas no laboratório duas vezes por ano, cada uma em um trimestre.

No ano em que foi realizado este trabalho, 2011, os alunos da segunda série tiveram duas aulas no laboratório de química no primeiro trimestre, uma no mês de março e a outra no mês de abril. No horário dos alunos já estavam previstos dois tempos de quarenta e cinco minutos,

destinados às aulas de laboratório, sendo que no primeiro trimestre os alunos tiveram aula, nesse horário, no laboratório de química, no segundo trimestre foram ao laboratório de biologia e no terceiro ao de física. A ordem das disciplinas foi determinada de acordo com os conteúdos que estavam sendo ministrados em sala de aula. As turmas foram divididas em grupos de dez a doze alunos pelos professores. Em cada aula foram atendidos dois grupos de 10 a 12 alunos, sendo um grupo por bancada, com um professor responsável. Em cada bancada os alunos se dividiram em grupos de três ou quatro alunos para realizarem os experimentos (alguns foram demonstrativos, outros foram realizados por eles mesmos, com a orientação do professor).

#### 3.1.4 Os instrumentos para coleta de dados

Durante os meses em que foram executados os experimentos, realizou-se o acompanhamento de algumas dessas aulas com os professores e as anotações necessárias. Ao final desse período foi elaborado o roteiro para a entrevista com os professores (Apêndice A). Logo após o término de todas as aulas práticas, aconteceram as entrevistas semiestruturadas, individuais com os professores participantes da pesquisa. O registro foi feito por meio de gravador de voz (MP3) e teve duração de cerca de uma hora e meia. Posteriormente, as gravações foram transcritas, os dados obtidos a partir delas foram tabelados, categorizados, analisados e discutidos.

Mantendo a preocupação com o anonimato, os profissionais entrevistados receberam a letra P (remetendo à palavra professor) e um número para diferenciá-los. Sempre será tratado pelo gênero masculino, por convenção, o sujeito entrevistado. Vejamos a seguir os principais resultados da pesquisa.

## 4 CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES SOBRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM LABORATÓRIO NO ENSINO DE QUÍMICA

As atividades experimentais no laboratório de química são propostas e conduzidas pelos professores e, acreditando que essas ações não ocorrem em um vazio conceitual, parte-se do pressuposto de que elas estão relacionadas às concepções epistemológicas dos professores sobre experimentação no ensino de química, que pode ter recebido influência de sua formação inicial. Buscando investigar tais concepções, foram analisadas e categorizadas as respostas obtidas nas entrevistas com os professores em relação às atividades experimentais. Neste capítulo iremos explorar as seguintes categorias: 1) prática docente; 2) prática docente em laboratório; 3) concepção sobre atividades experimentais em laboratório; 4) objetivos das atividades experimentais em laboratório; 5) possibilidade de integração entre a teoria e a prática no laboratório; 6) ensino de química no laboratório; 7) comparação entre o ensino de química em sala de aula e no laboratório; 8) preparação para o ensino de química em laboratório; 9) requisitos necessários ao docente para o sucesso em uma aula em laboratório.

### 4.1 Prática docente

Os sujeitos da pesquisa são professores que gostam da sua profissão, revelaram que sentem prazer em ensinar química, principalmente pela possibilidade de pesquisa e aprendizado constantes, além da troca de informações com os alunos, como se pode observar na fala da professora 2.

Eu gosto de ser professora, pela possibilidade de pesquisar, ensinar uma coisa nova. Ainda mais em química ... é dinâmica. E também a convivência com as pessoas, com os jovens, que têm sempre uma coisa nova pra dar pra gente. (PROFESSOR 2)

Na fala desta professora, é possível perceber a consciência da necessidade e o desejo de constante aprimoramento, indicando que tão importante quanto ministrar aulas é a formação continuada, que deve fazer parte de sua rotina (MOREIRA, 1991).

Também fica claro na fala do professor 3 o comprometimento com relação ao seu papel na sociedade, ao relatar que a prática docente possui um cunho político e social, formando o cidadão através da construção, com o aluno, do conhecimento químico e de sua importância na sociedade, como descrito a seguir:

Eu me sinto honrado de ensinar química, porque acho que é uma matéria importante pra construção do cidadão, então eu me sinto honrado de estar contribuindo para a sociedade. (PROFESSOR 3)

A preocupação com a formação do cidadão, ou seja, alguém capaz de participar de forma consciente nas tomadas de decisão no dia-a-dia, vai ao encontro do nosso pensamento, que se apoia nas ideias de Zanon (2010), quando afirma que essa deve ser uma das funções da educação básica em qualquer área de conhecimento. No caso específico da química, é nessa etapa que deve-se propiciar ao aluno um conjunto de conhecimentos com o qual ele possa pensar quimicamente em diversas situações de vida. Sendo assim, a educação pode atuar como agente de transformação, ou seja, um instrumento importante na formação de um cidadão crítico, ético, preparado para participar ativamente na sociedade.

Infelizmente, como aponta Gadotti (1984), a nossa sociedade tende a formar homens para a atividade do trabalho industrial em vez de prepará-los para a vida. Fato que se observa muito em uma sociedade capitalista com a primazia do lucro. Porém, no grupo de entrevistados constatou-se um destaque na busca por uma educação cidadã.

Foi possível visualizar também, a partir dos discursos, que os docentes entrevistados têm consciência de seu papel como sujeitos, agentes de produção de conhecimento e aprendizagem, buscando mudar o panorama atual, pois o docente tem papel relevante na construção da vida de cada indivíduo.

## **4.2 Prática docente em laboratório**

Os professores destacaram que ensinar química em laboratório é muito diferente do que ocorre em sala de aula, sendo mais gratificante e motivador, pelo dinamismo e pelo maior interesse dos alunos, como descreve a professora 5:

Eu acho excelente, me dá motivação para passar o conhecimento. Porque a gente vê o interesse que eles têm em aprender... Eu gosto muito, é gratificante. (PROFESSOR 5)

Muitos professores pensam dessa forma, ou seja, há um consenso entre os professores, como afirma Galiazzi et al. (2001), de que a experimentação é uma atividade fundamental no ensino de ciências. Infelizmente, a maioria dos docentes esbarra em dificuldades relacionadas a infraestrutura e muitas vezes não realizam atividades práticas em laboratório. Entretanto, quando têm oportunidades de realizá-las, fazem com prazer, com satisfação, reconhecendo, o valor pedagógico desse importante instrumento para a aprendizagem.

Para os participantes desse estudo, ensinar química em laboratório é gratificante pela possibilidade de despertar o interesse do aluno para aprender e até despertar a paixão pela ciência. Esse interesse pode vir da oportunidade de ver, de observar, na prática, conteúdos estudados na teoria, facilitando a compreensão dos mesmos e criando momentos para tirar dúvidas, como relatou a professora 7:

O laboratório é uma ferramenta muito importante para o entendimento do aluno. Ele visualiza o que aprendeu na teoria, facilita... (PROFESSOR 7)

Nesse sentido, concordamos com Salvadego (2008) ao afirmar que a atividade experimental no ensino de ciências naturais e química é uma ferramenta pedagógica apropriada para despertar o interesse dos alunos, sendo assim, representa uma parte essencial para o ensino de química, já que amplia a capacidade para o aprendizado.

Em relação à primeira experiência como docente em laboratório, foi possível constatar que seis dos oito entrevistados tiveram sua primeira experiência em atividades práticas no laboratório há menos de seis anos e desses, a metade (três) teve sua primeira experiência dando aula no laboratório da escola em que a pesquisa foi realizada. Portanto, mesmo tendo larga experiência como docentes em sala de aula, pois a maioria atua no magistério há mais de quinze anos, apenas uma professora ensina química em laboratório há mais de dez anos.

Essa diferença entre o tempo de magistério e o tempo como docente em laboratório nos remete ao que já foi mencionado em relação à carência de espaços destinados a aulas práticas e às dificuldades de infraestrutura, ou seja, a maioria das escolas não dispõem de laboratório, equipamentos e horários para aulas práticas.

Ainda sobre a primeira experiência como docente em laboratório, a maioria dos professores relatou que em função da quantidade de aulas experimentais que tiveram na graduação, não se sentiram inseguros quanto à parte técnica, ao contrário, ficaram à vontade no laboratório, mas demonstraram uma tendência à reprodução das atividades experimentais que tiveram na graduação ou no curso técnico.

É fato que as disciplinas experimentais contribuem para a formação docente, porém os objetivos dessas aulas, mesmo nos cursos de licenciatura, em geral, estão relacionados ao trabalho na indústria ou em pesquisa, que são bem diferentes daqueles relacionados ao ensino na educação básica. Essa influência da formação se reflete também na maneira como normalmente os professores ministram e preparam as aulas práticas, reproduzindo os modelos da graduação.



Em relação às condições das aulas em laboratório, os professores, consideram o espaço e o horário destinados à essas aulas satisfatórios, entretanto, relataram que a infraestrutura poderia ser melhor, em se tratando de uma escola técnica de grande porte. Citaram também como dificuldades a ausência de um técnico de laboratório, a falta de manutenção e conserto dos equipamentos, a reposição de reagentes e vidrarias e alguns pequenos consertos dos encanamentos das pias, por exemplo.

Apesar das dificuldades relacionadas à infraestrutura, os docentes se mostraram favoráveis e conscientes da necessidade das atividades práticas, entretanto, foi possível perceber, talvez por influência da graduação que tiveram, que a maioria pouco problematiza o modo de se realizar os experimentos e seus objetivos. Nesse sentido concordamos com Salvadego (2008), quando afirma que tal fato se deve à crença epistemológica dos professores, que não detêm conhecimentos suficientes acerca das atividades práticas voltadas para o ensino, fruto da lacuna deixada pela graduação em relação às atividades práticas.

### **4.3 Concepção sobre atividades experimentais em laboratório**

As contribuições da experimentação para a aprendizagem de química parece clara no imaginário dos professores que participaram da pesquisa. Os dados revelaram, entretanto, que a visão deles em relação às atividades experimentais sofre uma forte influência da vivência em laboratório que tiveram na formação inicial, como podemos observar na fala do professor 1:

As aulas no curso técnico eram do tipo seguir o procedimento descrito nos manuais, realizando todo o processo, desde montagem das aparelhagens, experimento em grupos nas bancadas, tinha o professor e o monitor. Era cobrado o relatório padrão. Tinha prova prática, igual na faculdade.  
(PROFESSOR 1)

Embora a experimentação apresente um caráter de importância para todos os entrevistados, alguns professores mostraram-se mais resistentes a uma concepção alternativa, o que os leva muitas vezes a reproduzir aulas práticas com caráter tecnicista. E quando o professor introduz os trabalhos práticos de forma tecnicista, no ensino de ciências, os objetivos propostos para a aprendizagem a partir da experimentação ficam distorcidos. Essa concepção de atividade experimental, como já referida anteriormente no capítulo 1, tem sido apoiada na crença de haver um método científico que utiliza um conjunto de passos

consecutivos característicos e que permite comprovar o conhecimento objetivo (BARBERÁ; VALDÉS, 1996) e pouco contribui para o aprendizado da química na educação básica.

Entretanto, como sugere Gil Pérez et al. (1999), para que as mudanças nas atividades experimentais de química ocorram, é preciso, previamente, modificar a epistemologia dos professores e sair em busca de visões deformadas sobre o trabalho docente para que estes obstáculos sejam superados no ensino escolar.

É importante ressaltar que a pesquisa foi feita com um grupo interessado em aprimorar-se e transformar o olhar sobre a atividade prática. Apesar da resistência de alguns professores habituados à condução dessas atividades práticas de maneira tradicional, foi relativamente fácil desenvolver uma nova proposta para o ensino em laboratório.

Concordamos com Krasilchik (2005), que tais atividades, se introduzidas nos currículos, permitirão que seus participantes analisem situações da vida intrinsecamente dependentes da ciência e tecnologia. Nesse caso, o trabalho experimental, quando conduzido numa perspectiva em que,

através da aprendizagem fundamental dos conteúdos científicos, os alunos possam desenvolver as capacidades científicas necessárias para atuarem na sociedade de um modo mais eficaz, qualquer que seja o seu campo de ação, é um meio por excelência para a criação de oportunidades para o desenvolvimento nos alunos dessas mesmas capacidades (THOMAZ, 2000, p.360).

#### 4.4 Objetivos das atividades experimentais em laboratório

Os professores citaram quatro tipos de objetivos para as atividades experimentais em laboratório:

- i) *motivação para aprender* (2 professores): despertar o interesse, motivar, encantar, cativar;
- ii) *estabelecer inter-relações entre a teoria e a prática* (6 professores): complementar a teoria, contextualizar, elucidar a teoria, tornando-a mais concreta, ponte entre o científico, tecnológico e o sociocultural, dar alicerce à teoria, contextualizar;
- iii) *facilitar a aprendizagem* (3 professores): facilitar a compreensão;
- iv) *manipulação* (1 professor): possibilidade de manusear equipamentos.

Alguns desses objetivos podem ser visualizados na fala dos professores 1 e 8:

Eu acho que o objetivo principal não é nem aprender química... Mas é despertar o interesse do aluno. Até porque eu acho que o primeiro passo para aprender, é despertar o interesse... (PROFESSOR 1)

O objetivo principal é que o aluno possa elucidar a teoria, que não fique somente no abstrato... ver as coisas acontecerem. É uma investigação da teoria... entrar em contato com a prática. Que o aluno manipule o máximo possível. (PROFESSOR 8)

Em uma pesquisa realizada por Galiazzi et al. (2001), licenciandos em química sugerem cerca de 32 objetivos das atividades experimentais. Entretanto, foram apontados pelos professores entrevistados, nesta pesquisa, um número bem inferior de objetivos. Este fato revela uma visão um pouco simplista acerca do papel das atividades experimentais, consequência, possivelmente, da preparação deficitária para o ensino em laboratório oriunda de sua formação inicial ou de capacitações posteriores. Segundo Thomaz (2000), o papel da experimentação na educação básica ainda é encarado pelos professores numa perspectiva empirista, centrado nos conteúdos, não dando oportunidade aos alunos para desenvolverem capacidades científicas que lhes serão requeridas na vida futura. Essa visão simplista da experimentação, muitas vezes, não favorece um desenvolvimento adequado das atividades práticas no contexto escolar, contribuindo pouco para uma aprendizagem significativa dos conteúdos.

Além disso, pela fala dos professores, é possível visualizar certa confusão quanto aos objetivos das atividades experimentais na educação básica. Por exemplo, os objetivos i) e iv) estão relacionados à concepção empirista-indutivista de experimentação, enquanto os objetivos ii) e iii) já apontam para uma visão mais condizente com concepções atuais, construtivistas, investigativas sobre as atividades práticas. Os relatos, portanto remetem à discussão acerca dos objetivos da experimentação e assim podemos observar que existe uma batalha entre os objetivos relacionados à graduação, ao curso técnico e ao contexto escolar. Há uma tendência à reprodução dos procedimentos didáticos, ou seja, elaboração e planejamento das aulas privilegiando a tomada de dados, sequência de procedimentos (receita de bolo), comprovação da teoria ou ainda, no extremo oposto, tomando o experimento como fantástico, mágica, sem associação com a teoria ou explicações.

Tal conflito nos remete a Pereira (2010), quando alerta para o fato de que além das dificuldades relacionadas à carência de infraestrutura para a realização de aulas práticas, há ainda uma carência mais significativa: a falta de clareza sobre o papel da experimentação na aprendizagem dos alunos. Fato que, muitas vezes, dificulta a concretização do objetivo central que é o de contribuir para a construção do conhecimento no nível teórico-conceitual e para a promoção das potencialidades humanas.

Concordando com Mortimer, Machado e Romanelli (2000), de nada adianta realizar atividades práticas se esta aula não propiciar o momento da discussão teórico-prática que transcende o conhecimento de nível fenomenológico e os saberes cotidianos dos alunos. O ensino experimental precisa envolver mais reflexão do que trabalho prático, pois nenhuma atividade experimental assegura, por si só, a obtenção dos efeitos esperados no processo de ensino-aprendizagem (HODSON, 1994).

Concordamos também com as ideias de Pereira (2010), ao afirmar que as contribuições das práticas experimentais devem ser plurais, permitindo ao aluno o desenvolvimento de uma melhoria qualitativa, especialmente na compreensão de conceitos, no desenvolvimento de habilidades de expressão escrita e oral, uso de linguagem simbólica matemática, relacionamento entre o processo histórico e a elaboração do conceito pelo aluno, elaboração de hipóteses e planejamento do experimento, dentre outras.

#### **4.5 Possibilidade de integração entre a teoria e a prática no laboratório**

Os professores também destacaram que é possível fazer a integração entre a teoria e a prática no laboratório desde que haja um planejamento, uma metodologia adequada e um conhecimento teórico prévio dos conteúdos.

Esse é o ideal. Mas com um conhecimento prévio. Utilizando os exemplos do laboratório na teoria. (PROFESSOR 8)

Começamos com o cotidiano e depois falamos da teoria.... Fomos da prática à teoria. Em alguns momentos isso pode ser mais interessante: começar pela prática e não pela teoria. (PROFESSOR 5)

Tais relatos corroboram com o pensamento de Maldaner (2006), quando afirma que a experimentação pode ser feita em qualquer momento, antes da abordagem teórica, depois dela, ou durante a sua execução. Também ratificam a visão de que as práticas são consideradas uma ponte entre o empírico e a construção teórica, tornando, assim, o fenômeno em questão sempre mais real e a aprendizagem mais significativa (SALVADEGO, 2008). E além disso, como afirma Galiazzi et al. (2001), podem desenvolver o saber e o saber fazer, favorecendo conexões entre o mundo dos objetos e o mundo dos conceitos, leis, teorias e linguagens simbólicas.

Entretanto, como relata Salvadego (2008), nenhum experimento por si só alcança todos os objetivos de aprendizagem, por isso, devem ser utilizadas diversas técnicas para o

desenvolvimento de diversas habilidades e competências, além da configuração de um melhor aprendizado. Sendo assim, as atividades experimentais devem desenvolver atitudes e destrezas cognitivas de alto nível intelectual e não destrezas manuais ou técnicas instrumentais (GALIAZZI et al., 2001) ou, seja, não se deve usar a prática como um receituário médico sem levar em conta os vários conceitos e conteúdos a serem abordados.

#### **4.6 Ensino de química no laboratório**

Os professores entrevistados declararam que o ensino de química em laboratório, representa para os alunos um contato com a parte prática da ciência e, portanto um incentivo para a investigação. Possibilita o contato com um mundo mágico, em que transformações ocorrem e podem ser explicadas com base nos conhecimentos teóricos.

A parte prática os ajuda a acreditar na ciência e até pode proporcionar uma motivação para uma carreira profissional ligada a essa área. Além disso, no laboratório ele tem a oportunidade de ampliar e aprimorar seus conhecimentos, dissipar algumas dúvidas e através da associação entre a teoria e a prática, adquirir um conhecimento para a vida.

O ensino de química no laboratório, para os alunos, representa a parte prática, ver acontecer, acreditar na ciência. ( PROFESSOR 1)

Representa uma motivação até para que eles decidam o que podem fazer na graduação, como profissional, dar uma esclarecida. (PROFESSOR 5)

Para os professores, ensinar química em laboratório representa uma oportunidade de aprender, pesquisar, elaborar as práticas, tornando o trabalho no magistério dinâmico, sempre se renovando.

Eu adoro ter oportunidade de aprender, pesquisar, elaborar a prática, abordar vários assuntos. É dinâmico, renova a gente. (PROFESSOR 2)

Assim, os relatos sugerem que embora um pouco cansativo, o ensino em laboratório pode ser desafiador e gratificante, em função do interesse dos alunos. Além disso, três professoras com mais de vinte anos de magistério declararam que a oportunidade de ensinar química em laboratório foi muito estimulante e renovou algo que estava adormecido: a motivação para buscar assuntos novos e interessantes para os alunos. Segundo ela, dar aula no laboratório tem trazido uma satisfação profissional muito grande, já que nesse ambiente foi possível observar a motivação dos alunos e perceber que os objetivos foram alcançados.

Outros professores declararam que, em função da proximidade, a relação com o aluno é mais direta, o que incentiva e desenvolve a motivação do aluno nas atividades em laboratório. Também ressaltaram que as atividades práticas permitem uma avaliação melhor da aprendizagem e das dúvidas dos jovens, além disso, podem estimular o aluno a fazer uma iniciação científica no futuro.

Agora nós estamos mais envolvidas com toda a rotina do laboratório, de uma maneira geral. Foi um crescimento mesmo, agora a gente está empolgada, vibra. Está sendo excelente pra gente em fim de carreira. Dar aula no laboratório tem sido uma satisfação, muito gratificante como professora. Hoje isso representa pra mim uma satisfação profissional. (PROFESSOR 5)

O relato da professora corrobora com Hodson (1994) ao considerar que o ensino experimental precisa envolver mais reflexão do que trabalho prático. Como afirma o autor, nenhuma atividade experimental assegura, por si só, a obtenção dos efeitos esperados no processo de ensino-aprendizagem, sendo necessário o envolvimento e dedicação do professor, além de uma postura reflexiva e consciente de seu papel ao elaborar seus planos de aula tanto para atividades em sala de aula quanto em laboratório.

Fato que mostra o quanto a licenciatura se faz importante para a execução do trabalho como professor, pois são vistos conteúdos relevantes à prática de ensino. Sendo assim, a formação científica é reconhecida como importante e os professores devem ser capazes, ao ensinarem química em laboratório, de fazer analogias com o cotidiano e explicar fenômenos experimentais reais.

#### **4.7 Comparação entre o ensino de química em sala de aula e no laboratório**

Os professores ressaltaram que é completamente diferente o ensino de química em sala de aula e em laboratório. Segundo eles são aulas distintas, sendo uma expositiva e a outra prática, mas que uma complementa a outra. Além disso, destacaram que no laboratório o interesse dos alunos é bem maior e que é mais fácil para o professor identificar e esclarecer as dúvidas dos alunos.

É completamente diferente da sala de aula porque você atinge o seu objetivo, que é chamar o aluno para a disciplina. Em laboratório pelo menos tem a novidade dele começar a mexer, de ver a coisa acontecer na realidade. Você tem o interesse do aluno. Eu gosto muito! (PROFESSOR 1)

Os relatos indicam que a aula prática pode dinamizar o ensino do conteúdo em sala de aula. No laboratório, além de vivenciar situações concretas, o aluno desenvolve uma maior interação com os colegas e dispensa formalidades na relação professor e aluno. O educando pode vivenciar situações imaginárias e é estimulado a desenrolar teorias, questionamentos, sendo assim incentivado e motivado (BENITE; BENITE, 2009).

Portanto, mais inserido dentro do contexto, o aluno será mais estimulado a ser questionador, integrando-se a discussões, análise e interpretação dos resultados, participando ativamente no processo de construção do conhecimento (discurso do professor 1), pois lhe será trabalhada a questão utilitarista, que deve ser inerente à aprendizagem, o que possibilitará assim a busca por respostas para as coisas que ocorrem eventualmente no cotidiano.

#### **4.8 Preparação para o ensino de química em laboratório**

Os sujeitos dessa pesquisa enfatizaram que embora na graduação ou no curso técnico seja grande a carga horária destinada às atividades experimentais, não houve uma preparação específica para o ensino de química em laboratório.

Na graduação não se fala em ensino, era junto com o pessoal que ia pra a indústria. Deveria ter uma prática docente específica pro laboratório. Para mim a experiência veio dando aula. (PROFESSOR 7)

Antigamente, na graduação, não acontecia essa preparação, mas hoje acho que está melhor. Cursos de formação continuada podem ajudar o interesse do aluno na graduação também. (PROFESSOR 4)

De acordo com Pereira (2010), o ensino experimental tem encontrado professores carentes de embasamento teórico, em função de sua formação inicial. Como aponta Maldaner (2006), ainda hoje há praticamente um consenso de que os cursos de formação de professores não conseguem responder às necessidades da educação básica, principalmente em relação à experimentação. Isso ocorre no Brasil, pois os cursos de licenciatura são pouco eficientes em proporcionar uma visão mais ampla da atividade docente (SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995 *apud* MALDANER, 2006). Infelizmente observa-se nas grades das universidades a dicotomia entre aulas práticas e teóricas e até a falta de transparência dos conteúdos de química para a educação básica.

Embora na licenciatura o curso seja de formação de professores, não há compromisso nem social nem pessoal com essa questão, principalmente nos cursos de química da maioria

das grandes universidades brasileiras. Sendo assim, a formação relacionada à experimentação voltada para o ensino é pobre na maioria dos cursos de licenciatura.

O resultado disso é que, ao saírem dos cursos de licenciatura sem terem problematizado o conhecimento específico e nem o ensino desse conhecimento na escola, os professores não adquirem, na graduação, a instrumentação e as diretrizes necessárias para terem autonomia na elaboração e planejamento das atividades experimentais de acordo com os objetivos a serem alcançados na educação básica.

À medida que parece não haver espaço, tempo e nem interesse nas disciplinas experimentais para transposições didáticas de temas químicos para a escola básica, os licenciandos, logo após se formarem, sentem-se inseguros para propor, no exercício de sua profissão, práticas que sejam adequadas ao ensino fundamental e médio, tornando-se presas fáceis de livros didáticos. Quanto às aulas de laboratório, simplesmente reproduzem as atividades experimentais com a mesma concepção das aulas que tiveram na universidade (MALDANER, 2006).

Essa mesma insegurança foi visualizada na fala dos professores mais experientes no magistério que se formaram até a década de noventa. Sendo assim, é importante ressaltar que a participação desses docentes em cursos de formação continuada, congressos e acesso a periódicos, podem ser os fatores necessários para a correção dessas distorções e preenchimento da lacuna deixada pela graduação em relação ao ensino experimental na educação básica.

Maldaner (1999) alerta para a importância da formação de professores, sendo consensual o fato de que ela deve ser contínua e continuada, muito além da graduação específica, mesmo em nível superior, em processos institucionalizados e de contínua avaliação, nas mais variadas formas de pesquisa e investigação. Com isso passa-se aceitar a ideia de complexidade da ação pedagógica em geral e da formação do professor em particular. É preciso pensar a formação docente, seja inicial ou continuada, como momentos de um processo contínuo de construção de uma prática docente qualificada e de afirmação de identidade, profissionalidade e profissionalização do professor (GAUCHE et al., 2008).

#### **4.9 Requisitos necessários ao docente para o sucesso de uma aula em laboratório**

Os docentes entrevistados revelaram que o professor, para ser bem sucedido em uma aula no laboratório, precisa: a) disposição; b) gosto; c) conhecimento do conteúdo; d)



discernimento ao elaborar as práticas, e) planejamento; f) cuidado com a segurança; g) testagem das práticas antes do seu desenvolvimento com os alunos; h) promoção da relação entre a teoria e a prática; e i) a contextualização, buscando sempre estimular a curiosidade e o interesse do aluno. Também precisa estar atento às limitações dos alunos e do laboratório.

De uma maneira geral, o discurso dos professores indica uma consciência de seu papel, de suma importância na promoção de atividades experimentais realmente significativas. O que nos remete a Pereira (2010), quando afirma que a função do ensino experimental está relacionada com a consciência da necessidade de adoção, pelo professor, de uma postura diferenciada sobre como ensinar e aprender ciências. Essa postura deve basear-se, segundo Hodson (1994), na intenção de auxiliar os alunos na exploração, desenvolvimento e modificação de suas ‘concepções ingênuas’ acerca de determinado fenômeno para concepções científicas, sem desprezá-las. Os alunos devem ser estimulados a explorar suas opiniões, incentivando-os a refletirem sobre o potencial que suas ideias têm para explicar fenômenos e apontamentos levantados na atividade experimental.

Sendo assim, a ajuda pedagógica do professor é essencial para que haja intervenções e proposições que contribuam com os processos interativos e dinâmicos que caracterizam a prática experimental de ciências. Nessa mediação do professor, a transposição didática é imprescindível e deve extrapolar a observação empírica, problematizando, tematizando e contextualizando o experimento.

## **5 A PROPOSTA METODOLÓGICA NA VISÃO DOS PROFESSORES**

Os estudos realizados para este trabalho estão vinculados ao desenvolvimento de um produto, neste caso uma proposta metodológica para o ensino de reações químicas em laboratório e um encarte contendo os roteiros elaborados de acordo com essa proposta. Logo, neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos a partir da análise desta proposta metodológica utilizada pelos professores que participaram da pesquisa.

### **5.1. A proposta metodológica**

#### **5.1.1. Elaboração**

A elaboração da proposta metodológica, inicialmente, foi realizada a partir de um levantamento bibliográfico sobre os conceitos-chave pertinentes ao estudo: atividades experimentais (experimentação), contextualização, ensino de química e reações químicas.

Acreditamos que, em função da realidade apresentada e das poucas oportunidades que o aluno tem de estar em uma aula no laboratório, não fazia sentido a condução das atividades práticas nos moldes tradicionais, como muitas vezes ocorre na graduação ou nos cursos técnicos em química.

Portanto, com a proposta buscamos alcançar, a partir da experimentação em laboratório, objetivos mais adequados ao ensino de química e à realidade da escola em que a pesquisa foi realizada. Nesta perspectiva, a ideia central que norteou a elaboração da proposta foi aproveitar, da melhor maneira possível, o tempo do aluno no laboratório, de forma que o tema central pudesse ser explorado abrangendo o máximo de conteúdos relacionados a ele, possibilitando uma visão ampla e contextualizada.

Para viabilizar a concretização dessas ideias foi indispensável a participação do professor, como mediador, orientando, problematizando as atividades e a utilização de um modelo diferenciado de roteiro/relatório.

O tema reações químicas foi eleito como norteador dos experimentos que seriam realizados, em função da sua relevância para o ensino de química na educação básica e das possibilidades vinculadas a ele. Este tema também foi eleito por contemplar outros conteúdos subjacentes, de modo a propiciar a compreensão do conceito de reações químicas de uma

forma mais abrangente e menos fragmentada e com possibilidades de contextualização e integração entre os saberes teóricos e práticos no mesmo momento, em laboratório.

### 5.1.2 Os roteiros /relatórios

Foram elaborados dois roteiros de prática (Apêndices A e B) desenvolvidos para o ensino de reações químicas, de acordo com a proposta metodológica elaborada nesta pesquisa.

Os roteiros/relatórios foram construídos de forma que as perguntas direcionassem a observação do aluno e o levasse a uma construção gradual do conhecimento, auxiliando-o na mudança conceitual - dos conhecimentos prévios aos conhecimentos científicos. Diferente do que normalmente se faz em uma aula experimental em laboratório, as perguntas não tinham um caráter geral e nem foram colocadas ao final da prática, mas distribuídas ao longo do relatório. Tais perguntas procuravam direcionar a observação e sempre associar o que os alunos estavam observando no laboratório aos conhecimentos teóricos. Em decorrência da frequência da realização das aulas de laboratório na escola, não cabia a exigência de um relatório nos moldes tradicionais, por isso foi adotado o modelo roteiro/relatório, que deveria ser entregue imediatamente ao final da prática.

### 5.1.3 A seleção de experimentos

Com base na pesquisa bibliográfica, foram selecionados os experimentos relacionados ao tema reações químicas que melhor se adequassem à proposta metodológica. Foram escolhidas reações utilizadas frequentemente como exemplos nos livros didáticos do PNLEM (Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio), que fossem de fácil execução em laboratório, levando-se em consideração os aspectos relacionados à segurança, manipulação pelo aluno e a infraestrutura do laboratório. Nesse momento não foram priorizados experimentos novos, mas um novo olhar sobre experimentos conhecidos, corriqueiros. Além disso, buscou-se reações com um certo apelo visual, que não fossem demoradas e permitissem ampla contextualização e principalmente a abordagem de conteúdos subjacentes ao tema central reações químicas. E ainda reações que pudessem ser realizadas tanto em meio aquoso como na ausência de água.

#### 5.1.4 Apresentação e execução

Os roteiros e a proposta metodológica foram apresentados aos professores sujeitos dessa pesquisa em um encontro no laboratório da instituição. Nesse momento foram explicados os objetivos da proposta, as diretrizes em relação ao roteiro e as possibilidades de conteúdos e de contextualização que poderiam ser abordadas. Foram esclarecidas as dúvidas e os professores, na semana seguinte, começaram a utilizar a proposta, através dos roteiros, em aulas para alunos da segunda série do ensino médio dessa escola. Cada roteiro foi executado em uma aula composta por dois tempos de 50 minutos. A primeira parte (primeiro roteiro: reações em ausência de água) foi trabalhada pelos professores junto aos alunos no mês de março de 2011 e a segunda parte (reações em meio aquoso), no mês seguinte. Em cada aula foram atendidos grupos de cerca 20 alunos, sendo 10 por bancada, com um professor responsável em cada uma.

Na escola em que a pesquisa foi realizada os alunos vão ao laboratório seguindo um rodízio trimestral das três séries do ensino médio ao longo do ano. No ano em que foi realizado este trabalho, 2011, os alunos da segunda série tiveram duas aulas no laboratório de química no primeiro trimestre, uma no mês de março e a outra no mês de abril. No horário dos alunos já estavam previstos dois tempos de quarenta e cinco minutos, destinados às aulas de laboratório, sendo que no primeiro trimestre os alunos tiveram aula, nesse horário, no laboratório de química, no segundo trimestre foram ao laboratório de biologia e no terceiro ao de física. A ordem das disciplinas foi determinada de acordo com os conteúdos que estavam sendo ministrados em sala de aula. As turmas foram divididas em grupos de dez a doze alunos pelos professores. Em cada aula foram atendidos dois grupos de 10 a 12 alunos, sendo um grupo por bancada, com um professor responsável. Em cada bancada os alunos se dividiram em grupos de três ou quatro alunos para realizarem os experimentos (alguns foram demonstrativos, outros foram realizados por eles mesmos, com a orientação do professor).

## 5.2 Análise da proposta pelos professores

A seguir apresentaremos a perspectiva dos professores sobre a proposta pedagógica, explorando as categorias analíticas intituladas: a) expectativas iniciais dos professores, b) conteúdos abordados nas aulas, c) considerações sobre a proposta metodológica; d) aspectos positivos e destaques; e) dificuldades na execução e f) sugestões.

### 5.2.1 Expectativas iniciais dos docentes em relação à proposta metodológica

Inicialmente, quando a proposta metodológica foi apresentada aos professores, a maioria deles expressou receio em relação ao tamanho das práticas, a quantidade de experimentos, de perguntas e de informações que seriam abordadas, eles acharam que o tempo da aula seria insuficiente e que a quantidade de informações poderia confundir os alunos. Além disso, causou certo desconforto o formato em que foi abordado o tema reações químicas por ser um pouco diferente do tradicional, pois alguns assuntos, normalmente discutidos posteriormente ao conteúdo de reações químicas, são contemplados de forma integrada ao tema das reações, sendo antecipados para os alunos, como relata a professora 6:

No início, pra mim era uma novidade a maneira como foi abordado esse tema, reações químicas, pois a forma tradicional é: classificação em termos de complexidade e calor. Porém nessa prática, houve colocações melhores dos assuntos. (PROFESSOR 6)

Cabe ressaltar que, como demonstrado na Tabela 3.1., a maioria dos entrevistados possui formação técnica e apresentam, de certa forma, uma visão de atividades práticas relacionadas ao trabalho técnico, à pesquisa, uma visão indutivista-empirista, em que, geralmente, as práticas são utilizadas para explicar determinados pontos da disciplina, de forma fragmentada e não imersa em um contexto. Sendo assim as impressões iniciais estão impregnadas por uma forte influência da formação inicial na epistemologia desses professores em relação às atividades práticas. Normalmente, em razão dessa formação, há uma tendência à reprodução da condução das aulas práticas que tiveram no curso técnico ou na graduação.

Por ser uma proposta que foge um pouco do tradicional, causou estranheza em um professor, que declarou sentir falta de um roteiro com os procedimentos.

Tinha uma expectativa pela mudança. Era diferente da escola técnica de química em que eu dei aula. Senti falta do roteiro com os procedimentos, direcionando o professor, como uma receita de bolo. Acho que a mudança foi mais para o professor. (PROFESSOR 7)

Entretanto, trata-se de um grupo interessado no constante aprimoramento profissional e, de certa forma aberto a propostas, portanto, vale a pena destacar, que todos os professores declararam que as impressões iniciais, quanto as dificuldades que poderiam surgir, foram diluídas logo nas primeiras aulas com os alunos. Eles relataram que, em função do planejamento que foi feito e do formato do relatório (com as perguntas inseridas e distribuídas ao longo da prática), a proposta funcionou e o tempo destinado foi adequado.

Além disso, eles colocaram que o fato dos alunos chegarem ao laboratório com algum conhecimento prévio sobre o assunto, em função da aula teórica, contribuiu muito para o bom andamento das aulas.

### 5.2.2 Conteúdos abordados nas aulas

Os professores destacaram que já haviam ministrado o conteúdo de reações químicas tanto na sala de aula quanto no laboratório, mas de uma forma tradicional, enfatizando somente os tópicos básicos sobre esse tema, tais como conceito, classificação e balanceamento das reações químicas. Também já haviam realizado a maioria das reações apresentadas, mas separadamente, não todas juntas na mesma prática. Porém, como revela a fala do professor 2, com a proposta em questão foi possível abordar outros assuntos subjacentes ao tema reações químicas na mesma aula, possibilitando uma visão mais global e menos fragmentada do assunto. Para os professores, isso foi uma novidade, um diferencial importante na proposta metodológica.

Já fazíamos aulas com algumas dessas reações, mas o diferencial foi a quantidade de assuntos abordados numa mesma aula. Achei interessante o fato de antecipar alguns conteúdos, dando uma noção, adiantando para a teoria, para que depois ele se sinta mais à vontade por já ter sido apresentado ao assunto no laboratório. (PROFESSOR 2)

Ressaltaram também que o tema reações químicas foi abordado de uma maneira além do convencional, sendo possível contemplar, no laboratório, outros aspectos das reações, que os alunos, em sala de aula, normalmente têm contato somente posteriormente, ao longo do ano, como descreve o Professor 1.

Saiu do tradicional, foi além... foi possível abordar outros aspectos da reação no laboratório que o aluno em sala normalmente só vê no segundo ano. (PROFESSOR 1)

Também destacaram que foram abordados conteúdos pertinentes ao tema central (Tabela 4.1), o que possibilitou uma visão ampla das reações químicas. Além disso, acharam que a antecipação de alguns conteúdos poderia auxiliar na compreensão dos mesmos, na época em que foram ensinados em sala de aula. Nesse sentido, os professores colocaram que, no laboratório, foi possível esclarecer dúvidas relacionadas a certos conteúdos que, muitas vezes, são de difícil compreensão em sala de aula, como balanceamento e reatividade dos metais. Isto ocorreu pois a atividade prática possibilita, com o direcionamento e a orientação

do professor, a evolução, por parte do aluno, do aspecto fenomenológico (macroscópico/observação), ao teórico (microscópica), chegando ao representacional (linguagem).

**Tabela 4.1** – Conteúdos abordados nas práticas segundo os professores.

|    | Conteúdo  | Série em que é ministrado | Quantidade de professores que citou |
|----|---|---------------------------|-------------------------------------|
| 1  | Conceito de reações química, reagentes e produtos; tipos de reações em termos de complexidade; previsão de produtos, ocorrência das reações químicas, formação e identificação de precipitado, balanceamento, reações de oxirredução. | 2º ano                    | 3                                   |
| 2  | Combustão completa e incompleta   | 2º ano                    | 5                                   |
| 3  | Termoquímica (energia de ativação, reações endotérmicas e exotérmicas)  | 2º ano                    | 7                                   |
| 4  | Compostos orgânicos (combustíveis)  | 3º ano                    | 1                                   |
| 5  | Fenômenos físicos e químicos  | 1º ano                    | 1                                   |
| 6  | Soluções ( reações e íons em solução aquosa, solubilidade)  | 2º ano                    | 1                                   |
| 7  | Fila de reatividade dos metais  | 2º ano                    | 2                                   |
| 8  | Ensaio de Chama   | 1º ano                    | 1                                   |
| 9  | Funções Inorgânicas   | 1º ano                    | 1                                   |
| 10 | Estados Físicos das Substâncias   | 1º ano                    | 1                                   |
| 11 | Fenômenos Físicos e Químicos  | 1º ano                    | 1                                   |
| 12 | Cinética ( catalisador, velocidade)   | 2º ano                    | 5                                   |
| 13 | Representação das substâncias (fórmulas e símbolos)   | 1º ano                    | 1                                   |
| 15 | Número de oxidação  | 1º ano                    | 1                                   |

Fonte: elaborado pela autora.

Os relatos dos docentes reforçam a crença de que as atividades práticas não precisam necessariamente estar amarradas a uma sequência convencional de conteúdos de química, baseada em índices de livros didáticos e sem preocupação com as interrelações que se estabelecem entre esses conteúdos e, muito menos, com questões mais amplas da sociedade. Pois, como afirma Maldaner (2006), a organização dos conteúdos em uma sequência linear de itens abordados nos programas na maioria das escolas brasileiras confere aos fenômenos estudados uma visão fragmentada, incompleta, dificultando, inclusive a compreensão, a interpretação e a contextualização dos mesmos.

De acordo como o autor, os professores apontam várias razões para não romperem com os programas tradicionais, tais como desconhecimento de programas alternativos, falta de autonomia para fazê-lo, convicções e crenças pessoais não refletidas sobre o que seja a

química, insegurança, dentre outras. Nesse sentido, acreditamos que a proposta metodológica apresentada pode ser uma alternativa à condução tradicional das atividades práticas em laboratório, principalmente porque propõe que a abordagem dos conteúdos esteja atrelada ao compromisso de oferecer ao aluno uma visão global do fenômeno, independente da sequência tradicional dos conteúdos. Dessa forma, conceitos já estudados são resgatados e outros que ainda não foram vistos na sala de aula, são introduzidos no laboratório.

Esse olhar sobre a conduta da experimentação vai ao encontro do que recomenda os PCN, que priorizam a abordagem dos conteúdos mais ampla e menos fragmentada, possibilitando que o aluno reconheça e compreenda, de forma integrada e significativa, por exemplo, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos (BRASIL, 1999, p.241).

### 5.2.3 Considerações sobre a proposta metodológica

Na percepção dos professores a proposta metodológica possibilitou a realização dos experimentos de forma rápida, dinâmica e objetiva, sem que isso, no entanto, comprometesse a qualidade da aprendizagem ou a redução do conteúdo. A forma como os temas foram abordados permitiu que o aluno fizesse uma construção gradual do conhecimento, tendo uma evolução das ideias prévias aos conceitos científicos.

Segundo os entrevistados, foi feita uma abordagem mais completa e abrangente dos conteúdos, menos fragmentada. Houve variedade de assuntos. Foi possível fazer contextualização, abordando vários aspectos de um mesmo tema. Destacaram também o enfoque dado às reações químicas em meio aquoso, o que normalmente não é feito.

Ressaltaram que foi uma metodologia aplicável e coerente com a realidade da escola e que funcionou, pois houve planejamento e organização adequados ao alcance dos objetivos. Além disso, ajudou a ensinar química para a vida, que também é função do professor.

Excelente, dinâmica, rápida e objetiva. Ajuda a fixar o conteúdo porque os alunos respondem logo assim que acabam de fazer o experimento. Acho que esse roteiro proporcionou isso, uma aula bem dinâmica. (PROFESSOR 6)

Apesar da boa receptividade em relação à proposta pelos professores, foi possível perceber certa resistência por parte de dois professores, que declararam sentir falta de elementos no roteiro e no relatório vinculados às atividades experimentais realizadas de



maneira tradicional, tais como introdução teórica, conclusão, e um procedimento do tipo “receita de bolo”, como relatam os professores 2 e 7:

Aceitei. Nesse caso, o aluno faz o relatório vendo a prática. Interessante, mas senti falta de que ele pesquisasse e buscasse material para fazer uma introdução teórica e uma conclusão e entregasse um relatório depois. Mas aqui na escola não dá pra fazer dessa forma. (PROFESSOR 2)

A minha dúvida é como seria se o aluno tivesse que usar o roteiro sozinho, sem um direcionamento. Mas esse não era o objetivo desse tipo de roteiro especificamente.(PROFESSOR 7)

O relato dos professores 2 e 7 nos remete ao pensamento de Maldaner (2006), ao afirmar que a produção da aula não faz parte da cultura dos professores e por isso condutas alternativas exigem certo esforço para serem assumidas por professores isoladamente. O resultado é que a prática pedagógica acaba sendo repetida pelos professores em um “círculo vicioso”.

#### 5.2.4 Aspectos positivos e destaques

Para a maioria dos professores, os destaques foram as perguntas mais adequadas à prática e o fato delas estarem inseridas nos experimentos; a maior amplitude na abordagem dos assuntos e a antecipação de alguns assuntos, como termoquímica e cinética, por exemplo.

As perguntas mais adequadas, porque faziam sentido em relação à prática. A integração da pergunta com o que estava sendo feito ali na hora. (PROFESSOR 1)

A maior amplitude na abordagem de assuntos diferentes, dando uma visão mais completa para o aluno, para a vida dele. A antecipação de alguns conteúdos. (PROFESSOR 2)

A expectativa dos alunos vendo as transformações, a alegria e o semblante deles. (PROFESSOR 6)

Pelo relato da professora 6 é possível afirmar que a mediação pedagógica por meio da interação professores/alunos aconteceu de forma muito positiva. Os alunos se interessaram pela matéria, conseguiram transitar entre suas vivências e o sistema de conceitos em negociação pelos professores, o que permitiu, como cita Maldaner (2006), caminhar na direção da abstração e em direção à compreensão do mundo real. Nesse sentido, o papel dos professores foi fundamental: houve um desenvolvimento intelectual dos alunos, pois eles passaram a falar, na forma da química, sobre suas situações de vivência, analisando-as dentro de um esquema de conceitos químicos.

Os entrevistados também citaram que o interesse despertado, a melhor compreensão dos alunos e o dinamismo das aulas foram gratificantes.

É importante ressaltar que a mediação pedagógica dos professores e a utilização de conceitos e símbolos químicos foram essenciais para o bom andamento da prática e para que se atingisse um dos objetivos propostos: o de interpretar, quimicamente, em nível microscópico, o que estava acontecendo nos diversos sistemas sob observação.

Sendo assim, a mediação pedagógica e a mediação instrumental, que se deram através da proposta metodológica, foram importantes para a organização de um pensamento muito especial, o pensamento químico, sobre um fenômeno em observação e, por extensão, sobre o mundo material.

De acordo com Baratieri e Basso (2005 apud SILVA, 2009) as aulas práticas são muito úteis, os alunos as consideram motivadoras para que novas aprendizagens aconteçam e assim sejam estabelecidos vínculos com o cotidiano, trazendo-lhes esclarecimentos que lhes poderão ser úteis como fontes de informação.

Através das declarações dos entrevistados, observamos que ao atuar em laboratório utilizando a proposta em questão o professor passa a ter uma necessidade maior de informação e atualização, pois este tipo de ação pedagógica exige uma visão mais abrangente dos conteúdos abordados. Além disso, o professor precisou buscar as interlocuções ou interconectividades existentes entre esses conteúdos para auxiliar seus alunos.

Sendo assim, o enfoque não foi somente no conteúdo específico de uma prática ou série, mas foram retomados conteúdos já abordados na primeira série do ensino médio e também outros que foram abordados ao longo da segunda série.

Portanto, a metodologia proposta contribuiu para a formação contínua do professor, pois ela o desafia a atualizar-se, informar-se e pesquisar. Estar ciente de fatos que tenham acontecido recentemente e fazer as relações deles com os conceitos teóricos ou utilizar exemplos específicos de cada curso, podem ser uma motivação em meio a tantos desgastes relacionados à profissão.

#### 5.2.5 Dificuldades na execução

Alguns professores citaram como dificuldade o pouco tempo para a preparação da prática, já que a quantidade de turmas era grande e não havia um técnico de laboratório, sendo todo preparo feito pelos professores.

A correria para preparar a prática de um horário para o outro, já que não temos um técnico de laboratório e temos que preparar a prática toda. (PROFESSOR 1)

Ressaltaram também a necessidade dos alunos terem um conhecimento teórico prévio sobre alguns assuntos, tais como balanceamento. Também declararam que o balanceamento e a colocação dos estados físicos foi solicitado em muitas reações, o que tornou uma parte da prática um pouco cansativa e demorada, comprometendo a dinâmica da mesma. Apenas um dos entrevistados achou as práticas repetitivas e grandes.

### 5.2.6 Sugestões

Uma professora sugeriu que houvesse um procedimento que indicasse para o professor o passo-a-passo do que deveria ser feito, pois como se tratava de uma metodologia diferente, ela se sentiu um pouco insegura.

Excesso de balanceamento, colocar os estados físicos das espécies muitas vezes. Ficou cansativo e demorado. Gastou muito tempo na explicação teórica, dando a impressão que era uma aula teórica. (PROFESSOR 2)

Os professores declararam que a experiência com os roteiros e com a proposta metodológica foi muito positiva e que não deveria ser alterada. Apenas alguns professores sugeriram que o balanceamento fosse explicado antes da prática e não no meio, para não quebrar o ritmo. Também recomendaram a diminuição da quantidade de reações para serem balanceadas.

Explicar o balanceamento antes da prática, não no meio, pra não quebrar o ritmo da prática. Pedir para o aluno fazer menos balanceamento e com graus de dificuldade diferentes. (PROFESSOR 2)

Dois professores acharam que deveria ter um manual com os procedimentos, com a marcha, os cuidados com a segurança, reagentes, vidrarias e orientações, para que todos pudessem fazer as práticas de maneira mais uniforme.

Acho que deveria ter um manual com os procedimentos, com a marcha, os procedimentos de segurança, reagentes, materiais, para que todos pudessem fazer da mesma maneira. Catalogar as experiências. Por que às vezes quando o professor é um pouco limitado, não têm vivência de laboratório, a aula fica limitada, somente demonstrativa. (PROFESSOR 8)

Um professor sugeriu que os alunos entregassem posteriormente um relatório, contendo uma introdução teórica e uma conclusão feitas por ele, após uma pesquisa

bibliográfica, embora tenha reconhecido que o recebimento e a correção desse relatório seria inviável em função da realidade da escola em que a pesquisa foi realizada.

Acrescentaria a entrega depois da aula de um relatório contendo uma introdução teórica e uma conclusão, pois acho importante a questão da investigação, da pesquisa pelo aluno. Apesar de que seria difícil fazer isso aqui na escola por conta da nossa realidade. Mas esse método funciona de acordo com a realidade da escola. (PROFESSOR 3).

As sugestões em relação ao balanceamento foram contempladas no roteiro e as demais, no produto dessa dissertação, ou seja, o encarte que foi elaborado e que contém não só os roteiros das práticas, mas orientações metodológicas, procedimentos e informações relacionadas à segurança e à possibilidade de contextualização dos conteúdos.

As entrevistas indicaram que, para os professores, a proposta metodológica funcionou bem e está adequada aos objetivos que se propôs. A proposta apresenta um roteiro que tem uma ordem e organização que auxiliam o aluno na construção do conhecimento. Com perguntas rápidas e objetivas, proporciona uma aula prática dinâmica e interessante, que apresenta os conteúdos de forma abrangente com uma visão ampla. Dessa forma, foi possível contemplar assuntos como termoquímica, soluções, cinética, combustíveis orgânicos e inorgânicos, reações de oxidação, estado físico de reagentes e produtos, além das reações químicas.

Esperamos que os resultados desta pesquisa possam propiciar reflexões sobre a necessidade de reformulação na condução de aulas práticas no ensino médio, além de proporcionar uma mudança das concepções dos professores em relação à execução deste tipo de aula. Também esperamos que seja possível apoiar os mesmos na elaboração e planejamento dessas atividades e contribuir tanto para a formação inicial quanto para a formação continuada de professores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O caminho percorrido para a realização do presente trabalho foi longo, um pouco dolorido, porém extremamente prazeroso, pois permitiu o contato direto com diversos estudos que tratam do ensino e das atividades experimentais em química. Por ser uma pesquisa voltada para a formação de professores, possibilitou uma viagem pelo rico universo de questionamentos, ideias e concepções de professores de química sobre as atividades experimentais na educação básica. O contato com o universo pesquisado também auxiliou na compreensão da influência da formação docente nas concepções dos professores e na maneira como planejam, elaboram e conduzem as atividades práticas.

Sendo assim, os estudos realizados ao longo deste caminho, proporcionaram à pesquisadora um enorme ganho de conhecimento, a confirmação de alguns pressupostos e a surpresa na constatação de questões importantes inerentes à educação em química.

Iniciamos esse caminho com uma revisão da literatura nos capítulos I e II. No primeiro capítulo, foram realizadas considerações sobre experimentação, começando com um resumo panorâmico histórico sobre esse tema ao longo dos tempos e, em seguida, foram apresentadas algumas modalidades de experimentação e suas influências para a aprendizagem. Ainda nesse capítulo, foi ressaltada a importância da clareza e definição dos objetivos das atividades experimentais para a educação básica e para finalizar foram apresentadas considerações acerca do papel do professor enquanto mediador das atividades práticas e as influências da sua formação na condução dessas atividades.

O segundo capítulo trouxe uma abordagem técnica, porém, com uma visão mais abrangente sobre o tema reações químicas, explorando diversos aspectos sobre ele e ressaltando a importância do mesmo para a ciência química. No final desse capítulo, estão as considerações sobre as propostas do PCN para o ensino de reações químicas e reflexões sobre a dicotomia que existe entre o que é proposto (como deveria ser) e como de fato acontece o ensino deste tema na maioria das escolas.

O terceiro capítulo contemplou a metodologia utilizada na pesquisa e nele foram descritos o contexto em que ela ocorreu, os sujeitos que dela participaram e os instrumentos para coleta dos dados. Os capítulos subsequentes demonstraram as análises e discussões dos resultados tanto com relação às concepções dos professores sobre as atividades práticas e a influência de sua formação docente sobre estas, quanto às considerações desses docentes sobre a proposta metodológica. Também foram descritos os procedimentos, as ideias

utilizadas na elaboração da proposta metodológica, dos roteiros e do encarte (produto desta dissertação), além dos detalhes sobre a apresentação e execução das aulas práticas pelos professores.

Nosso esforço ao longo dessa dissertação foi construir uma análise teórica e prática de como as atividades experimentais em laboratório podem se constituir oportunidades para um ensino de química mais contextualizado, mais formativo, abrangente e mais adequado aos objetivos relacionados à educação básica.

Portanto, na busca por esse ensino de química, procuramos explorar a elaboração de uma proposta metodológica destinada às atividades experimentais em laboratório que pudessem fornecer aos professores possibilidades de planejamento e condução dessas atividades de maneira mais adequada aos objetivos do ensino de química. A proposta metodológica em questão orientou a elaboração e execução de um conjunto de práticas de laboratório sobre o tema reações químicas organizados em dois roteiros. A partir da utilização desses roteiros por um grupo de professores nas aulas de laboratório, foi possível investigar as concepções deste grupo sobre vários aspectos relacionados à proposta. Como produto dessa dissertação foi confeccionado um encarte didático para o ensino de reações químicas em laboratório, contendo os dois roteiros de prática, os procedimentos, materiais utilizados, orientações relacionadas à segurança e sugestões de temas para contextualização e para a condução das aulas.

Vimos a partir dos resultados obtidos e das leituras realizadas, que a abordagem sugerida pela proposta metodológica configura-se como uma alternativa à condução de atividades experimentais em laboratório, pois oferece possibilidades de articulação entre os saberes teóricos e práticos no mesmo momento em laboratório, rompendo a distância entre teoria e prática. Por apresentar uma abordagem diferente da tradicional, sugere um olhar mais amplo sobre o tema reações químicas, contribuindo para uma prática mais adequada e uma visão mais formativa e menos fragmentada dessa ciência.

A utilização da proposta sugeriu que o professor deve estar constantemente atualizado, informado e estudando. Também desafiou o professor a elaborar suas práticas e a conduzi-las de forma particular de acordo com as intenções da equipe de professores e da realidade da escola. O professor pode e deve ter liberdade na elaboração de novos roteiros e na condução de suas aulas práticas, oferecendo novas ideias e possibilidades, inclusive de maneira diferente da tradicional e da que aprendeu na graduação ou na formação técnica. Não precisa estar restrito a procedimentos prontos, mecânicos, do tipo receita de bolo, que engessam,

limitam o potencial desse tipo de aula e não se adéquam aos objetivos a serem alcançados com tais aulas na educação básica, onde, inclusive, a frequência em que ocorrem essas aulas é muito baixa.

Também foi possível constatar, que, na opinião dos docentes que participaram desta pesquisa, a proposta metodológica foi exitosa e está adequada aos objetivos que se propôs. Os roteiros elaborados apresentam ordem e organização que auxiliam o aluno na construção do conhecimento junto ao professor. Com perguntas rápidas e objetivas, proporcionam uma aula prática dinâmica e interessante, que aborda os conteúdos de forma abrangente com uma visão ampla dos mesmos. Desta forma, foi possível contemplar assuntos como termoquímica, soluções, cinética, combustíveis orgânicos e inorgânicos, reações de oxidação, estado físico de reagentes e produtos, além do conceito de reações químicas.

Em função da carência de materiais didáticos destinados às aulas de química em laboratório para a educação básica, o produto dessa dissertação (o encarte didático), se constitui uma alternativa viável e adequada a esse nível de ensino, oferecendo possibilidades de execução e planejamento de atividades práticas mais adequadas à educação básica. Também propõe a aproximação entre a teoria e a prática, além da redefinição dos objetivos para a realização da mesma, evitando que ela se restrinja apenas a momentos de reprodução mecânica de experimentos, como se fosse um apêndice da aula teórica em sala. Também se apresenta como uma sugestão para a condução de atividades experimentais, não somente em laboratório, mas seguindo além, servindo (com algumas adaptações) como fonte de inspiração para a realização de experimentos em sala de aula.

Constatamos também, através da utilização da proposta metodológica, que é possível explorar melhor o potencial das atividades experimentais e, em função da escassez de horários destinados às aulas práticas de química na educação básica, otimizá-las e adequar o planejamento e a condução das mesmas à realidade da escola.

A partir do levantamento bibliográfico e dos estudos feitos para a realização dessa pesquisa, verificamos que muitos trabalhos relacionados à educação em química e às atividades experimentais divulgados na literatura propõem novidades, novos experimentos, entretanto, na nossa visão, muitas vezes, os experimentos que já existem e que utilizam reações amplamente destacadas como exemplos nos livros didáticos, se bem trabalhados, podem suprir ao menos algumas das carências que observamos em relação ao processo formativo não só do aluno, mas também do próprio professor. Além de fazer o novo, alunos e

professores poderão fazer o “antigo” ampliando seu olhar. Portanto, as práticas escolhidas para os roteiros não são novas e nem precisam de altos recursos. Os experimentos realizados são aqueles trabalhados há anos, porém nossa proposta sugere um olhar diferenciado sobre eles.

Existe uma relação entre o uso do material e a formação do professor, seja inicial ou continuada. Logo, é necessário conceber materiais didáticos que auxiliem a ação docente e façam parte desta formação.

Esperamos que o presente trabalho possa contribuir para a melhoria da qualidade das aulas experimentais de química em laboratório. Esperamos que o estabelecimento de interrelações entre a teoria e a prática possibilite que o experimento escolar não seja negligenciado, mas que, por seu grande valor pedagógico e potencial na significação de conteúdos e conceitos disciplinares e interdisciplinares, possa ser melhor explorado a partir de uma proposta metodológica adequada para o ensino fundamental e médio.

Esperamos que os resultados desta pesquisa propiciem reflexões sobre a necessidade de reformulação das aulas práticas de química na educação básica. Que os professores possam ter a clareza de que é preciso atenção especial para a organização, preparação e planejamento das aulas em laboratório, estabelecendo objetivos claros e adequados ao ensino de química na escola. Também esperamos que seja possível auxiliar os docentes na elaboração e planejamento de atividades experimentais e que esta metodologia contribua tanto para a formação inicial quanto para a formação continuada de professores.

Acreditamos, que o trabalho realizado e documentado nessa dissertação, se configura como uma contribuição na promoção de aprendizagem significativa, e ao incentivar e desafiar o professor a elaborar e conduzir aulas em laboratório, aponta para uma construção e garantia de aprendizagem para todos.

Ao apostarmos em nossas ideias acerca das atividades experimentais para a educação básica, verificamos que, dessa forma, é possível garantir o direito à aprendizagem de química para a vida, auxiliando na formação do cidadão e assim contribuindo com a sociedade. Também constatamos que dessa forma podemos contribuir para a formação docente, incentivando e desafiando o professor a estar sempre se reinventando.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES FILHO, J.P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.17, n. 2, p. 174-182, ago. 2000.

ATAÍDE, M. C. E. S.; SILVA, B. V. C. As metodologias de ensino de Ciências: contribuições da experimentação e da História e Filosofia da Ciência. **Holos**, ano 27, v. 4. p.171-181, set. 2011.

BAPTISTA, J. A.; SILVA, R. R.; GAUCHE, R.; MACHADO, P. F. L.; SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. Formação de professores de química na Universidade de Brasília: construção de uma proposta de inovação curricular. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 140-149, maio 2009.

BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 3, p. 365-379, 1996.

BENITE, A. M. C.; BENITE, C. R. M. O laboratório didático no ensino de química: uma experiência no ensino público brasileiro. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 2, n. 48, Organización de Estados Iberoamericanos para La Educacion, La Ciencia y La Cultura, 2009.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Cadernos Brasileiros de Ensino de Física**, v.19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, 1999.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação e Cultura **PCN+ Parâmetros Curriculares Nacionais- Ensino Médio**, 1999.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. v. 2. Brasília: MEC/SEB. 2006. Disponível em <[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf)>. Acesso em: 2 nov. 2012.

CARDOSO, A. A.; FRANCO, A. Algumas reações do enxofre de importância ambiental. **Química Nova na Escola**, n.15, p.39-41, maio 2002.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C. **Ciências no Ensino Fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Editora Scipione, 1998.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências**. Tradução de Sandra Valenzuela. São Paulo: Cortez, 2006.

CASTILHO, D. L.; SILVEIRA, K. P.; MACHADO, A. H. As aulas de química como espaço de investigação e reflexão. **Química Nova na Escola**, n.9, p.14-17, 1999.

CHASSOT, A. **A ciência através dos tempos**. São Paulo: Moderna, 1994.

\_\_\_\_\_. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2011.

DE JONG, O. Los experimentos que plantean problemas en las aulas de Química: dilemas y soluciones. **Enseñanza de las Ciencias**, v.16, n. 2, p. 305 – 314, 1998.

DOMIN, D. S. A review of laboratory instruction styles. **Journal of Chemical Education**. 76 v.4, p. 543-547, apr., 1999. Disponível em: <[http://cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_26/natureza.html](http://cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_26/natureza.html)>. Acesso em: 01 dez. 2012.

EBBING, D. D. **Química Geral**. 4. ed., São Paulo: LTC, 1996. v. 1 e 2.

FERNÁNDEZ, C. A. M.; ANDRÉS, M. M. El aprendizaje en el laboratorio basado en resolución de problemas reales. **Revista Universitaria de Investigación**, v. 10, n. 2, p. 181-194, jul-dic. 2009.

GADOTTI, M. **Concepção dialética da educação**: um estudo introdutório. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1984.

GALIAZZI, M. C; GONÇALVES, F. P; ROCHA, J. M. B; SCHMITZ, L. C; GIESTA, S; SOUZA, M. G. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: A pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n. 2, p. 249-263, ago. 2001.

GALIAZZI, M. C; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova**, v. 27, n.2, p. 326-331, mar/abr. 2004.

GALIAZZI, M. C; GONÇALVES, F. P.; SEYFFERT, B. H. ; HENNIG, E. L; HERNANDES, J. C. Uma sugestão de atividade experimental: a velha vela em questão. **Química Nova**, n.8, p.19-22, maio, 2005.

GAUCHE, R.; SILVA, R. R.; BAPTISTA, J. A.; SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; MACHADO, P. F. L. Formação de professores de química: concepções e proposições. **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 26-29, fev. 2008.

GIL PEREZ, D.; VALDÉS, C. P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v.14, n.2, p.155-163, 1996.

GIL PÉREZ, D. et al. ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? **Enseñanza de las Ciencias**, v.17, n.2, p.311-20, 1999.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, nov. 1999.

GONÇALVES, F. P. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em Textos de Experimentação no Ensino de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.11, p. 219-238, 2006.

\_\_\_\_\_. **O Texto de experimentação na educação em química**: discursos pedagógicos e epistemológicos. 2005. 168 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Curso de Pós-graduação Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

GRANDINI, N.A.; GRANDINI, R. **Importância e utilização do laboratório didático na visão de alunos ingressantes da UNESP/BAURU**. 2005. Trabalho apresentado ao XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física . Bauru, SP 2005.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química : caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**. v.31, n. 3, p.198-202, ago. 2009.

HESSE, J. J. e ANDERSON, C. W. Students' conceptions of chemical change. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, p. 277-299, 1992.

HODSON, D. Is there a scientific method? Traduzido e adaptado. **Education in Chemistry**, v. 19 , p.112 -116, 1982.

\_\_\_\_\_. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. **Educational Philosophy and Theory**. Tradução de Paulo A. Porto, n. 20, p. 53-66, 1988.

\_\_\_\_\_. Redefining and reorienting practical work in school science. **Social Science Research**, v. 73, n. 264, p. 65-78, 1992.

\_\_\_\_\_.Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

\_\_\_\_\_.Teaching and learning chemistry in the laboratory: a critical look at the research. **Educación Química**, n. 16, v. 1, p. 30-38, 2005.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research. **Review of Educational Research**, v. 52, n. 2, p. 201-217, 1982.

\_\_\_\_\_. The laboratory in science education: foundations for twenty-first century. **Science Education**, v.88, p. 28- 54, jan.2004.

IZQUIERDO, M; SANMARTÍ, N; ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n.1, p. 45-60, 1999.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo de ciências**. Temas Básicos de educação e ensino. São Paulo: EPU, 1987.

\_\_\_\_\_. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade, 1987.

LABURÚ, C.E.; BARROS, M.A.; KANBACH, B. G. A relação com o saber profissional do professor de física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, p. 305-320, 2007.

LABURU, C.E.; ASSIS, A.; SALVADEGO, W.N.C. A seleção de experimentos de química pelo professor e o saber profissional. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n.1, 2009.

LOPES, A. C. Reações químicas: fenômeno, representações e transformações. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 7-9, nov. 1995.

MACHADO, A. H.; Pensando e falando sobre fenômenos químicos. **Química Nova na Escola**, n. 12, p. 38-42, nov. 2000.

MACHADO, P. F. L.; MÓL, G. S. Experimentando química com segurança. **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 57-60, fev. 2008.

\_\_\_\_\_. Resíduos e rejeitos de aulas experimentais. **Química Nova na Escola**, n. 29, p.38-41, ago. 2008.

MALDANER, O. A. A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de Química. **Química Nova**, v. 22, p. 289–292, mar/abr. 1999.

\_\_\_\_\_. **A formação inicial e continuada de professores de Química**. Ijuí: Unijuí, 2006.

MASTERTON, W. L.; SLOWINSKI, E. J.; STANITSKI, L. C. **Princípios de Química**. Tradução. J.S. Peixoto. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1990.

MORDIDO, V. M. G. **O trabalho experimental como promoção da qualidade do ensino da química.** 2006. 193 f. Dissertação ( Mestrado em Ensino das Ciências), Universidade Aberta , 2006.

MOREIRA, M.A., LEVANDOWSKI, C.E., **Diferentes abordagens ao ensino de laboratório.** Porto Alegre: UFRGS, 1983.

MOREIRA, M. A: **O professor – pesquisador como instrumento de melhoria do Ensino de Ciências.** In: MOREIRA, M. A.; AXT, R. Tópicos em ensino de ciências. Porto Alegre: Sagra, 1991.

MOREIRA, M. A ; FLORES, J. ; SAHELICES. M. C. C. El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. **Revista de Investigación**, v. 33, n. 68, sept- dic. 2009.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 23-26, nov.1995.

MORTIMER, E. F; MACHADO, A. H. ROMANELLI, I. L. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23 n. 2, p.273–283, mar/abr. 2000.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química.** Livro do Professor. São Paulo: Scipione, 2006.

NANNI, R. Natureza do conhecimento científico e a experimentação no ensino de ciências. **Revista eletrônica de ciências**, São Carlos, SP, n. 24, maio 2004.

NERY, A. L. P.; LIEGGEL, R. M.; FERNANDEZ, C. Reações envolvendo íons em solução : uma abordagem problematizadora para a previsão e equacionamento de algumas reações inorgânicas. **Química Nova na Escola**, n. 23, p.14-17, maio. 2006.

OLIVEIRA, R. J; SANTOS, J. M. Energia e Química. **Química Nova na Escola**, n. 8, p. 19-22, nov. 1998.

PALMA, M. H. C. ; TIERA, V. A.O. Oxidação de metais. **Química Nova na Escola**, n. 18, p. 52-54, nov. 2003.

PEREIRA, B. B. Experimentação no ensino de ciências e o papel do professor na construção do conhecimento. **Cadernos da Fucamp**, Monte Carmelo, MG, v. 9, n. 11, p. 83-92 jul-dez. 2010.

PEREIRA, T. I. A.; QUADROS, A.L. **Características das atividades experimentais presentes nos livros de Química do Ensino Médio, aprovados no PNLEM 2008.** 2010. Trabalho apresentado ao Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010 disponível em <<http://www.xveneq2010.unb.br/resumos/R0412-1.pdf>>. Acesso em: 01 maio 2013.

PETRUCCI, M.I.F.; SCHNETZLER, R.P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, n. 8, p. 31-35, nov. 1998.

PUGGIAN, C.; LÜDKE, M. Formação de professores para o ensino de ciências: lições de um experiência. In: NOVIKOFF, C. et al. (Org.) **Ensino de ciências na educação básica: a atividade teórico-prática interdisciplinar**. Duque de Caxias, RJ: UNIGRANRIO, 2011. p. 139-156.

RUSSEL, J.B, **Química Geral**. São Paulo: Makron Books, 1994.

SALVADEGO, W. N. C. **A atividade experimental no ensino de química: uma relação com o saber profissional do professor da escola média**. 2008. 157 f. Dissertação (Mestrado em ensino de ciências e Educação matemática).Centro de ciências exatas.Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2008.

SALVADENGO, W. N. C. ; LABURÚ, C. E. Uma análise das relações do saber profissional do professor do ensino médio com a atividade experimental no ensino de química. **Química Nova na Escola**, n. 3, p. 216-223, ago. 2009.

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuição de pesquisas para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n. 1, p. 27-31, maio. 1995.

SCHNETZLER, R.P (Org.); ARAGÃO, R. M. R (Org). **Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens**. Piracicaba: UNIMEP, p.120–53, 2000.

SCHWAHN, M.C.A.; OIAGEN, E.R. **Objetivos para o uso da experimentação no ensino de Química: a visão de um grupo de licenciandos**. 2009. Trabalho apresentado ao VII Enpec, Florianópolis, 2009.

SILVA, Camila de Melo. **O ensino e a experimentação em química: um estudo exploratório nas escolas públicas de Santo Antônio do Monte- MG**. 2009. 146 f. Dissertação (Mestrado em Educação Cultura e Organizações Sociais) - Universidade Estadual de Minas Gerais, Divinópolis, 2009.

SILVA, L. H. A ; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. (Org.). **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: Unimep, 2000. p. 120-153.

SILVA, M. A. E.; PITOMBO, L. R. M. (in memoriam). Como os alunos entendem queima e combustão : Contribuições a partir de representações sociais. **Química Nova na Escola**, n. 23, p. 23-26, maio. 2006.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L. A experimentação no ensino médio de química: a problemática da segurança em laboratórios de escolas públicas do Distrito Federal. **Ciência & Educação**, 2008.

SILVA, S. F.; NUÑEZ, I. B. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes – reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, v. 25, n. 6, p. 1197-1203, 2002.

STUART, R. C.; MARCONDES, M. E .R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14., 2008. **Resumos...** Disponível em: <<http://quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0342-1.pdf>>. Acesso em: 01 maio 2012.

TAMIR, P. Practical work in school science: an analysis of current practice. In: WOOLNOUGH, B. E. (Ed.), **Practical Science: The role and reality of practical work in school science**. Buckingham: Open University Press, p.13-20, 1991.

THOMAZ, M.F. A experimentação e a formação de professores de Ciências: Uma reflexão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.17, n. 3, p. 360-369, dez. 2000.

UCKO, D. A. **Química: uma introdução a química geral, orgânica e biológica**. São Paulo: Manole, 1992.

USBERCO, J; SALVADOR, E. Química. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

ZANON, L.B.; ECHEVERRÍA, A.R. (Org.) **Formação superior em química no Brasil : práticas e fundamentos**. Ijuí: Unijuí, 2010.

## APÊNDICE A - Roteiro de prática – 1ª Parte

### LABORATÓRIO DE QUÍMICA – AULA PRÁTICA - 2ª SÉRIE/ ENSINO MÉDIO

DATA : \_\_\_\_\_ HORÁRIO: \_\_\_\_\_ PROFESSOR DO LABORATÓRIO: \_\_\_\_\_

| ALUNO(A) | TURMA | CURSO | PROFESSOR DA TURMA |
|----------|-------|-------|--------------------|
|          |       |       |                    |
|          |       |       |                    |
|          |       |       |                    |
|          |       |       |                    |

### REAÇÕES QUÍMICAS- 1ª PARTE

#### Reações na Ausência de Água

#### INTRODUÇÃO :

Reação Química é um fenômeno químico , ou seja é um processo em que novas substâncias são formadas a partir de outras. Todo fenômeno químico ocorre acompanhado de uma variação de energia, ou melhor, a transformação da composição da matéria implica necessariamente em liberação ou absorção de energia. Fenômenos químicos que correm com liberação de energia são denominados EXOTÉRMICOS , por outro lado , aqueles que ocorrem com absorção de energia, são denominados ENDOTÉRMICOS.

Para saber se houve uma reação química é necessário comparar as propriedades das substâncias presentes no sistema antes e depois da reação. Mudança de cor, formação de gás ou precipitado, são algumas evidências de que ocorreu reação.

Uma reação química pode ser representada através de uma Equação Química e nela devem constar informações tais como fórmulas de reagentes e produtos, estado físico em que se encontram, dentre outras. Também deve estar balanceada , para que, em termos quantitativos, represente de fato o fenômeno ocorrido.

#### I. REAÇÕES DE COMBUSTÃO : *COMBUSTÍVEL + COMBURENTE → PRODUTOS + ENERGIA*

|   |   |
|---|---|
| <p>1) Utilização do Bico de Bunsen :</p> <p><math>CH_4(g) + \_\_\_\_ \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(v)}</math> (combustão completa)</p> <p><math>CH_4(g) + \_\_\_\_ \rightarrow CO(g) + H_2O_{(v)}</math> (combustão parcial)</p> <p><math>CH_4(g) + \_\_\_\_ \rightarrow C(g) + H_2O_{(v)}</math> (combustão incompleta)</p> <hr/> <p>2) Combustão completa da gasolina e do etanol (álcool comum)</p> <p>Etanol : <math>C_2H_6O_{(l)} + O_{2(g)} \rightarrow \_\_\_\_ + H_2O_{(v)}</math></p> <p>Gasolina (isooctano) :</p> <p><math>C_8H_{18(l)} + O_{2(g)} \rightarrow \_\_\_\_ + \_\_\_\_</math></p> <p>➤ Combustão da parafina : É completa ou incompleta ? Justifique baseado nas observações.</p> <hr/> <p>3) Combustão do Magnésio :</p> <p><math>2Mg + O_2 \rightarrow 2 \underline{\hspace{2cm}}</math><br/> <small style="margin-left: 100px;">óxido de magnésio</small></p> <hr/> <p>4) Combustão do Enxofre :</p> <p>a) <math>S + O_2 \rightarrow \_\_\_\_</math></p> <p>b) <math>2 \underline{SO_2} + O_2 \rightarrow 2 \underline{\hspace{2cm}}</math><br/> <small style="margin-left: 20px;">dióxido de enxofre    trióxido de enxofre</small></p> | <p>a) Complete e faça o balanceamento das equações dos itens 1 e 2</p> <p>b) Complete as equações dos itens 3 e 4 com os estados físicos e as substâncias.</p> <p>c) Qual é a melhor chama para se trabalhar no bico de Bunsen ? Por que ?</p> <p>d) Qual é o nome da substância reagente comum às reações de combustão ?</p> <p>e) De acordo com o balanceamento, com qual dos combustíveis ( etanol e gasolina ) houve maior consumo do comburente ?</p> <p>f) As reações de combustão realizadas ocorreram em meio aquoso ?</p> <p>g) Por que as reações de combustão são consideradas EXOTÉRMICAS ?</p> <p>h) As reações realizadas podem ser consideradas rápidas ou lentas ?</p> <p>i) O que é energia de ativação ?</p> <p>j) Quais foram os <b>reagentes</b> sólidos utilizados ?</p> <p>k) Escreva o nome dos produtos formados na combustão completa de compostos orgânicos ?</p> <p>l) Escreva o nome dos <b>produtos</b> sólidos formados nas reações realizadas.</p> |
|---|---|



## II. REAÇÕES DE SÍNTESE OU ADIÇÃO :

|  |  |
|--|--|
| <p>1) <math>\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \underline{\hspace{2cm}}</math><br/>Acido sulfúrico</p> <p>2) <math>\text{MgO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \underline{\hspace{2cm}}</math><br/>hidróxido de magnésio</p> | <p>a) Complete as equações com as substâncias e seus estados físicos.</p> <p>b) Qual é a função inorgânica do produto da reação 2 ?</p> <p>c) Quantos produtos são formados em cada uma dessas reações ?</p> |
|--|--|

## III. REAÇÕES DE DECOMPOSIÇÃO :

|   |  |
|---|--|
| <p>1) <u>Decomposição do Dicromato de Amônio :</u></p> $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{s}) \xrightarrow{\Delta} \text{N}_2(\text{g}) + \text{Cr}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{v})$ <p><b>De acordo com o experimento, responda as questões a seguir :</b></p> <p>a) Faça o balanceamento da equação</p> <p>b) O que significa o símbolo <math>\Delta</math> ?</p> <p>c) Qual é a função inorgânica das substâncias <math>(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7</math> e <math>\text{Cr}_2\text{O}_3</math> ?</p> <p>d) A reação é exotérmica ou endotérmica ? Por que ?</p> <p>e) Quantos reagentes participam dessa reação ?</p> <p>f) Ao final da reação, a massa aumentou ou diminuiu ? Por que ?</p> <p>g) Cite duas evidências de que ocorreu um fenômeno químico.</p> <p>h) Qual é o nome da substância formada que, na temperatura ambiente, é um gás ?</p> | <p>2) <u>Decomposição da Água Oxigenada :</u></p> $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \xrightarrow{\text{MnO}_2} \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} \text{água}$ <p><b>De acordo com o experimento, responda as questões a seguir:</b></p> <p>a) Faça o balanceamento e complete a equação com as substâncias e os estados físicos das mesmas.</p> <p>b) Qual é o nome oficial do único reagente ?</p> <p>c) Por que ocorreu a formação de bolhas ?</p> <p>d) Qual é a função do <math>\text{MnO}_2</math> na reação ?</p> <p>e) O que é um catalisador ?</p> <p>f) A decomposição da água oxigenada também ocorre na presença de luz e sem catalisador, porém o que pode ser observado em relação à velocidade da reação nessas circunstâncias?</p> |
|---|--|

➤ Dê sua opinião sobre a aula de Química realizada no laboratório :

---



---

## APÊNDICE B - Roteiro de prática – 2ª Parte

### LABORATÓRIO DE QUÍMICA – AULA PRÁTICA - 2ª SÉRIE/ ENSINO MÉDIO

DATA : \_\_\_\_\_ HORÁRIO: \_\_\_\_\_ PROFESSOR DO LABORATÓRIO: \_\_\_\_\_

| ALUNO(A) | TURMA | CURSO | PROFESSOR DA TURMA |
|----------|-------|-------|--------------------|
|          |       |       |                    |
|          |       |       |                    |
|          |       |       |                    |

### REAÇÕES QUÍMICAS - 2ª PARTE

#### Reações em Solução Aquosa

#### INTRODUÇÃO :

Soluções são misturas homogêneas, formadas por um solvente e um ou mais solutos. Solvente é a substância que está em maior quantidade, é o meio no qual o soluto irá se dissolver. Pode haver mais de um soluto disperso em um mesmo solvente.

Solução aquosa é aquela na qual o solvente é a água ( considerada solvente universal).

Soluções iônicas são aquelas em que estão presentes íons.

Sais e bases ( exceto  $\text{NH}_4\text{OH}$ ), quando dissolvidos em água , sofrem dissociação iônica, originando portanto , íons em solução.

Ácidos, embora sejam compostos moleculares, quando em meio aquoso, reagem com a água, sofrendo ionização, formando, portanto, íons em solução.

Em solução aquosa, além dos outros íons, estão sempre presentes, mesmo que em pequenas quantidades, os íons resultantes da ionização da água :  $\text{H}_3\text{O}^+$  (ou  $\text{H}^+$ ) e  $\text{OH}^-$ .

#### I. REAÇÕES DE DESLOCAMENTO OU SIMPLES TROCA :

A ocorrência dessas reações dependem da reatividade dos elementos envolvidos. Observe a fila de reatividade a seguir :



#### 1) Reações de Metais com Ácidos :

Essas reações ocorrem somente, se o metal da substância simples for mais reativo que o hidrogênio do ácido.

|   |  |
|---|--|
| <p>Colocar um metal em cada um dos tubos contendo solução de ácido clorídrico diluído.</p> <p>a) <math>\text{Mg}_{(s)} + 2 \underline{\hspace{2cm}} \rightarrow \text{MgCl}_{2(aq)} + \underline{\hspace{2cm}}</math><br/>Ácido clorídrico</p> <p>b) <math>\text{Zn}_{(s)} + 2 \underline{\hspace{2cm}} \rightarrow \text{ZnCl}_{2(aq)} + \underline{\hspace{2cm}}</math><br/>Ácido clorídrico</p> <p>c) <math>\text{Cu}_{(s)} + 2 \underline{\hspace{2cm}} \rightarrow</math><br/>Ácido clorídrico</p> <p>Aproxime um palito de fósforo aceso na boca do tubo de ensaio contendo o pedaço de magnésio :</p> <p>d) <math>2 \underline{\hspace{2cm}} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}_{(v)}</math></p> <p>➤ Observe.</p> | <p>➤ Complete as equações.</p> <p>1.1) Com qual dos metais a reação é mais rápida ?.....</p> <p>1.2) Coloque os metais testados em ordem crescente de reatividade.....</p> <p>1.3) Os sais formados são solúveis ou insolúveis em água ? Por que?</p> <p>1.4) Como se explica o aparecimento de bolhas nas reações a) e b) ?</p> <p>1.5) Qual é o nome da reação que ocorreu no item d)? Ela é exotérmica ou endotérmica ?</p> |
|---|--|



## APÊNDICE C - Roteiro da entrevista com professores

➤ **SOBRE O PROFESSOR** Nome / Idade / Lugar onde mora

➤ **QUALIFICACAO DOCENTE**

- 1) Por que você decidiu estudar química?
- 2) Onde e quando realizou o ensino médio e o ensino superior?
- 3) Teve aulas de laboratório de Química no ensino médio ? Como eram ?
- 4) Durante a sua formação você teve experiência em laboratório?
- 5) Teve preparação para o ensino de química no laboratório no seu curso de licenciatura?
- 6) Durante a sua prática docente, houve alguma experiência em laboratório ?
- 7) Durante a licenciatura, havia um momento destinado às atividades experimentais ?
- 8) Realizou algum curso de pós-graduação (mestrado/doutorado)? Em que área?
- 9) Durante esse curso ocorreu alguma formação para o ensino em laboratório ?
- 10) Após a conclusão da licenciatura, você participou de algum curso de formação continuada para o ensino de química? Qual (quais) e quando ?

➤ **ATUAÇÃO PROFISSIONAL**

- 11) Quando você iniciou a carreira docente?
- 12) Você sempre trabalhou como professor?
- 13) Em que escolas você atuou ou atua?
- 14) Como é pra você ser professor de Química ?
- 15) Há quanto tempo trabalha na escola em que a pesquisa foi realizada ?

➤ **ENCONTROS PARA O ENSINO DE QUIMICA EM LABORATÓRIO NA FAETEC**

- 16) Como é para você ensinar química no laboratório?
- 17) Quando foi a primeira vez que você ensinou química no laboratório?
- 18) Como você se sentiu nessa primeira experiência e como você se sente hoje?
- 19) O que acha da infraestrutura disponibilizada pela escola para as aulas de laboratório?
- 20) O que falta ?
- 21) Pra você, quais são os objetivos das aulas em laboratório ?
- 22) Pra você, existe diferença entre aulas de laboratório e aulas em laboratório?

- 23) Recentemente fizemos aquelas experiências referentes à reação química aqui na FAETEC, com relação às duas aulas sobre reações Químicas
- Que expectativas você tinha para essas aulas de laboratório ?
  - Como você avalia o conteúdo abordado nessas aulas?
  - E a metodologia?
  - Como essas aulas se comparam às suas outras experiências de ensino de química em laboratório?
  - O que, a seu ver, há de diferente na metodologia utilizada em relação a outros roteiros de prática ?
  - De que maneira os temas abordados no laboratório durante essas aulas podem ser relacionados à teoria?
  - Como você sentiu durante as aulas?
  - Com a metodologia proposta, houve integração teoria e prática ? De que forma ?
  - O que chamou a sua atenção na prática ?
  - Houve alguma dificuldade na aplicação da metodologia ?
  - Quais seriam suas sugestões para modificação ?
  - Se você fosse dar aula em laboratório em outro momento ou local, utilizaria essa metodologia ? Por que ?
  - Essa experiência provocou alguma forma a maneira como você ensina química em sala? E no laboratório ?

#### ➤ ENSINO DE QUÍMICA EM LABORATÓRIO

- 24) O que é necessário para que o professor seja bem sucedido no ensino de química no laboratório?
- 25) Como o professor deve ser preparado para ensinar química em laboratório?
- 26) Como o ensino de química em laboratório se compara do ensino de química em sala de aula?
- 27) É possível integrar prática e teoria em laboratório ?
- 28) O que o ensino de química em laboratório representa para os alunos?
- 29) O que o ensino de química em laboratório representa para você?
- 30) Você tem vontade de continuar estudando? Que aspectos da sua formação você gostaria de aprimorar?