CEFET/RJ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

LABORATÓRIO DIDÁTICO DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO PROFISSIONAL: QUE VISÕES DE NATUREZA DA CIÊNCIA ESTÃO SENDO TRANSMITIDAS?

Kaíza Martins Porto de Hollanda Cavalcanti

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Orientadora:

Glória Regina Pessôa Campello Queiroz

Rio de Janeiro

Agosto de 2015

LABORATÓRIO DIDÁTICO DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO PROFISSIONAL:
QUE VISÕES DE NATUREZA DA CIÊNCIA ESTÃO SENDO TRANSMITIDAS?

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Kaíza Martins Porto de Hollanda Cavalcanti

Aprovada por:

_____

Presidente, Profª. Glória Regina Pessôa Campello Queiroz, D.Sc. (orientadora)

_____

Prof. José Claudio de Oliveira Reis, D.Sc.

_____

Profª. Nadja Paraense dos Santos, D.Sc. (UFRJ)

_____

Profª. Isa Costa, D.Sc. (UFF)

Rio de Janeiro
Agosto de 2015

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

C376 Cavalcanti, Kaíza Martins Porto de Hollanda
Laboratório didático de química no ensino médio profissional : que visões de natureza da ciência estão sendo transmitidas? / Kaíza Martins Porto de Hollanda Cavalcanti.—2015.
xi, 113f. + anexos : il. , tabs. ; enc.

Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca , 2015.
Bibliografia : f. 107-113
Orientadora : Glória Regina Pessôa Campello Queiroz

1. Ciências – Estudo e ensino. 2. Química – Estudo e ensino. 3. Química – Experiências. 4. Ciência – Filosofia. 5. Ensino profissional. I. Queiroz, Glória Regina Pessôa Campello (Orient.). II. Título.

CDD 507

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Glória Queiroz, por estar sempre disponível presencialmente ou a distância, por ter me aceitado como sua orientanda em um momento crucial para minha pesquisa, pela leitura sempre atenta e crítica, pela segurança nas contribuições, pelas interlocuções, pela liberdade que me proporcionou na pesquisa, pela paciência com minhas ausências e as dificuldades que encontrei para terminar o trabalho, pelo carinho, pelo constante entusiasmo, pela generosidade e dedicação. Você é um exemplo de pessoa e de profissional, como professora de ciências e orientadora, que procurarei seguir por toda minha carreira como docente. Só terei ótimas recordações de ter sido sua orientanda e aluna. Muito Obrigada!

Ao meu marido e sempre companheiro Murillo, pelo seu carinho no dia a dia, sua paciência infinita, seu incentivo constante, sua amizade inabalável e seu amor que me enche de segurança e tranqüilidade.

Aos queridos professores do IFRJ, Marcia, Maria Celiana, Roberto, Ricardo, Samantha e Carla que sempre me ajudaram com suas falas, seus ensinamentos e, principalmente, com a paciência de me ouvir falar sobre de minhas inquietações.

À minha amiga e ex-orientadora Érica Leonardo por participar sempre, direta ou indiretamente, dos meus projetos, das minhas reflexões, e contribuir tanto para meu crescimento como pessoa e professora.

Aos professores de Química e colegas de trabalho na instituição que aceitaram participar dessa pesquisa.

Aos meus queridos alunos que contribuíram para esse trabalho e toda a minha experiência como professora de química adquirida nesses muitos anos de docência.

Aos grandes amigos que fiz nesse curso de mestrado, em especial ao amigo Cristiano, e Aos grandes amigos que fiz nesse curso de mestrado, em especial aos amigos Cristiano, e David, pelas parcerias durante o curso, nas aulas e pela amizade construída até os dias de hoje.

Aos tão engajados e dedicados professores do PPCTE/CEFET-RJ Álvaro Chrispino, Andreia Guerra, Conceição Barboza, Marco Braga e Zé Claudio que muito me ajudaram e me orientaram, sempre com suas aulas tão estimulantes e ricas de controvérsias, nas minhas reflexões sobre Educação Científica, Ensino de Ciências e sobre Ciência e Tecnologia.

À secretária do PPCTE/CEFET Krícia, por estar sempre disponível a ajudar sempre com muita paciência, carinho e sorrisos contagiantes.

Aos professores e educadores que aceitaram participar da banca examinadora deixando seus afazeres mais urgentes, acadêmicos e pessoais, de lado para colaborar.

“Eu não posso ensinar nada a ninguém,
eu só posso fazê-lo pensar.”

(Sócrates)

RESUMO

LABORATÓRIO DIDÁTICO DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO PROFISSIONAL: QUE VISÕES DE NATUREZA DA CIÊNCIA ESTÃO SENDO TRANSMITIDAS?

Kaíza Martins Porto de Hollanda Cavalcanti

Orientadora: Glória Regina Pessôa de Queiroz

Resumo da dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O ensino médio no Brasil sempre viveu um dilema entre a formação profissional e a humanista. As atividades experimentais sempre foram defendidas pelos professores de ciências como imprescindíveis para um ensino de ciências que garanta a qualidade no processo ensino-aprendizagem. Concordamos com Braga et al. (2012) que o laboratório didático aponta para um caráter formador da cidadania trazendo melhor compreensão da ciência no mundo moderno e visões mais complexas da Natureza da Ciência (NdC). Entretanto, as concepções que professores têm sobre o papel do laboratório didático no ensino de ciências e sobre a ciência e a construção do conhecimento científico condicionarão a forma como preparam e desenvolvem as atividades experimentais em suas aulas práticas e as visões de ciência que permeiam tais atividades. Com o objetivo de compreender que visões de natureza da ciência são transmitidas, implícita ou explicitamente, no laboratório didático de química, em uma instituição de ensino médio profissional da rede federal de ensino, realizamos um estudo de caso qualitativo que envolve a análise textual discursiva das respostas de professores de química e alunos do segundo ano do ensino médio-técnico complementadas pelas análises dos roteiros de onze atividades experimentais das disciplinas de físico-química 1 e 2. Os dizeres dos docentes mostraram que os objetivos das suas atividades experimentais eram o da formação técnica do aluno, de facilitar a aprendizagem dos conteúdos e de provar na prática as teorias estudadas em sala. Esses também foram os objetivos descritos pelos estudantes que corroboram com as análises dos roteiros dos experimentos que demonstraram ter os propósitos de verificar leis e teorias e desenvolver habilidades e destrezas manuais e instrumentais. A triangulação dos dados se mostrou uma ferramenta importante nessa investigação, uma vez que foi possível com seu auxílio identificar a reprodução do discurso dos professores e dos procedimentos nas falas dos estudantes. Concluímos que as concepções de natureza epistemológica afetam as posturas pedagógicas dos professores, contribuindo para orientar suas práticas docentes, com reflexos para a educação científica dos alunos, da sua formação como indivíduos, cidadãos e futuros profissionais da área de Química. Também compreendemos que tais dizeres são fortemente influenciados pela cultura escolar da instituição na qual os participantes da pesquisa estão inseridos, uma vez que esta tem longa tradição em formação profissional o que pode sugerir a relevância dada às orientações mais técnicas e instrumentais do ensino.

Palavras-chave: Laboratório Didático; Natureza da Ciência; Ensino Médio Profissional; Ensino de Ciências; Atividades Experimentais.

Rio de Janeiro
Agosto de 2015

ABSTRACT

DIDACTIC CHEMISTRY LABORATORY IN THE VOCATIONAL SECONDARY SCHOOL: WHAT VISIONS OF NATURE OF SCIENCE IS BEING TRANSMITTED?

Kaíza Martins Porto de Hollanda Cavalcanti

Advisor: Glória Regina Pessôa de Queiroz

Abstract of dissertation submitted to Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca CEFET/RJ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Master.

Secondary education in Brazil has always lived a dilemma between vocational and the humanist formation. The experimental activities have always been defended by science teachers as essential for a science education that ensures quality in the teaching-learning process. We agree with Braga et al. (2012) that the didactic laboratory points to a formative character of citizenship bringing better understanding of science in modern world and most complex visions of Nature of Science (NDC). However, the concepts that teachers have on the role of teaching laboratory practices in science teaching and the science and the construction of scientific knowledge will condition how prepare and develop experimental activities in their practical lessons and visions of science that involve such activities. In order to understand that views of nature of science are conveyed, implicitly or explicitly, in teaching chemistry lab in a vocational secondary institution of the federal school system, we conducted a qualitative case study involving the discursive textual analysis of answers of chemistry teachers and students of the second year of a vocational secondary education complemented by analysis of eleven guide experimental activities of physical chemistry disciplines 1 and 2. The wording of teachers showed that the objectives of its experimental activities were the training the student's technique, to facilitate the learning of the contents and to prove in practice the theories studied in class. These were also the objectives described by students who corroborate the analysis of the guides of the experiments that have demonstrated the purposes of verifying laws and theories and develop manual and instrumental skills and abilities. The triangulation of data proved an important tool in this investigation as it was possible with their help identify the reproduction of speech of teachers and procedures in the statements of the students. We conclude that the epistemological conceptions affect the pedagogical attitudes of teachers, helping to guide their teaching practices, with consequences for the scientific education of students, their education as individuals, citizens and future professionals of chemistry. We also understand that these sayings are strongly influenced by the school culture of the institution in which the research participants are entered, as this has a long tradition in professional training which may suggest the consideration given to more technical guidelines and instrumental teaching.

Keywords: Didactic Laboratory; Nature of Science; Vocational Secondary Education; Science Teaching; Experimental activities.

Rio de Janeiro
Agosto de 2015

SUMÁRIO

I Introdução 11

I.1 – Justificativa 11

I.2 – Objetivos 13

I.3 - Organização do trabalho 13

II Fundamentação Teórica 15

II.1 - O ensino profissional no Brasil 15

II.1.1 - Um pouco da história do ensino profissional 15

II.1.2 - A criação dos IFs e a História do IFRJ 22

II.2 - O laboratório didático no ensino de ciências 25

II.2.1 - Definindo termos 25

II.2.2 - A história do uso do laboratório didático 27

II.2.3 - A Pedagogia Renovada e A Pedagogia Tecnicista 31

II.3 - História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências 34

II.3.1 Natureza da Ciência 34

II.3.2 - Sobre concepções de natureza da ciência de professores e alunos 37

II.3.3 - História e Filosofia da Ciência 42

III Metodologia 50

III.1 - Cenários da pesquisa 50

III.2 - Metodologias de pesquisa em educação em ciências 53

III.3 - Pesquisa qualitativa 54

III.4 - A pesquisa na escola e sua complexidade 57

III.5 - Estudo de caso 58

III.6 - A análise textual discursiva 63

III.7 - A triangulação dos dados 66

III.8 - Coleta e fonte de dados 68

III.8.1 - O questionário dos professores 69

III.8.2 - O questionário dos alunos 70

III.8.3 - Os roteiros das aulas experimentais de físico-química 71

IV Análise dos Dados 73

IV.1 - Análise textual discursiva das respostas dos professores 73

IV.1.1 - Análise da segunda pergunta do questionário 74

IV.1.2 - Análise da terceira pergunta do questionário 84

IV.2 - Análise textual discursiva das respostas dos alunos 91

IV.3 - Análise textual discursiva dos roteiros das AE de físico-química 1 e 2 96

IV.3.1 - Detalhes sobre as aulas experimentais de Físico-Química 97

IV.3.2 - Análise dos roteiros e procedimentos das atividades experimentais 98

V Considerações Finais 101

Referências Bibliográficas 107

Anexo 1 - Apostila de Práticas de Laboratório de Físico-química 1 114

Anexo 2 - Apostila de Práticas de Laboratório de Físico-química 2 124

LISTA DE TABELAS

Tabela IV.1: Distribuição dos docentes nas disciplinas de química que lecionam 73
Tabela IV.2: Categorização das respostas da pergunta 1 do questionário dos professores 74
Tabela IV.3: Categorização das respostas da pergunta 2 do questionário dos professores 84
Tabela IV.4: Categorias da ATD das respostas dos alunos 92
Tabela IV.5: Classificação das AE de físico-química 1 99
Tabela IV.6: Classificação das AE de físico-química 2 100

Capítulo I - Introdução

I.1 - Justificativas

As minhas experiências como professora de química há mais de vinte anos me impeliram, mais intensamente nos últimos anos, a uma maior reflexão sobre as práticas pedagógicas de professores de ciências que fazem parte da cultura escolar de uma instituição de ensino médio profissional. Nos últimos dez anos, venho trabalhando exclusivamente na Rede Federal de Ensino com as disciplinas de físico-química em uma instituição de ensino que tem uma longa e reconhecida tradição de setenta anos em formação profissional, integrando um grupo de professores de oito professores que têm por hábito lecionar nas disciplinas de físico-química dos cursos de ensino médio-técnico e nos cursos superiores.

Tem sido de prática do grupo de professores realizar os experimentos de forma padronizada em todas as turmas da instituição. Os roteiros e os experimentos empregados, assim como a forma com a qual são introduzidos nas salas de aula e desenvolvidos no ambiente do laboratório são, de modo geral, são iguais a de todos os professores do grupo. A forma como se dá a explicação prévia na sala de aula de como será desenvolvida a atividade experimental no laboratório e o que deve ser observado e anotado pelos estudantes deve seguir um padrão. Também são padronizadas ações como o tipo de procedimento por parte dos alunos no laboratório ao qual será atribuído uma nota; os instrumentos através dos quais os estudantes devem expor seus resultados e até mesmo qual professor (e como) fará a avaliação da eficácia do procedimento realizado em laboratório. Toda prática é desenvolvida com o acompanhamento de um professor auxiliar que faz parte do grupo de professores dessas disciplinas.

Durante os últimos dez anos, observei que os comportamentos dos estudantes em sala e no laboratório não diferenciavam muito de uma turma para outra com o passar do tempo e que os resultados obtidos através da realização desses procedimentos, em geral, não eram aqueles esperados pelos professores. Algumas dificuldades apresentadas pelos alunos nas aulas práticas eram recorrentes como: a) falta de interesse e motivação para a realização do experimento; b) dificuldade de concentração nos procedimentos durante suas realizações; c) postura inadequada no interior do laboratório não condizente com o trabalho a ser realizado; d) preocupação em excesso com o acerto e o erro e, principalmente, com a nota que resultaria dos resultados da atividade que estava atrelada ao nível de acerto esperado pelo professor; e) apresentação dos

resultados, sob a forma de relatórios, mal escritos, mal elaborados e muitas vezes copiados de outros colegas de semestres anteriores; e) não compreensão dos fenômenos estudados na prática e etc.

Passei então a refletir sobre quais erros poderíamos estar incorrendo em nossa prática pedagógica nas aulas de laboratório uma vez que desenvolvíamos sempre os mesmos experimentos da mesma forma, porém com alternância desses alunos semestralmente, e não alcançávamos os resultados de aprendizagem esperados. Procurei buscar respostas nas pesquisas da área de Ensino de Ciências. Realizei uma análise mais profunda dos objetivos, estratégias e métodos que empregávamos em relação ao que vinha sendo estudado na comunidade acadêmica sobre atividades experimentais nas últimas décadas. E o que encontrei em minhas leituras?

Atualmente, há uma tendência a um ensino de ciências dogmático, a-histórico, descontextualizado e desinteressante, que enfatiza uma ciência pronta, acabada e verdadeira. O ensino de ciências não contribui para compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores inerentes ao trabalho científico assim como as muitas utilidades da ciência e suas aplicações assim como as limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento. Tampouco leva os estudantes a compreender como se dá o desenvolvimento e a construção do conhecimento científico histórica, filosófica e, principalmente, socialmente.

Para quase a totalidade dos trabalhos da área, mostra-se que a atividade experimental tem uma reconhecida importância na aprendizagem das ciências e os documentos oficiais brasileiros que orientam a educação no ensino médio no país como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, ressaltam e recomendam o uso de experimentos como estratégia de abordar diversos temas científicos. Porém, apesar disso, nem sempre a utilização da atividade experimental leva a uma melhor aprendizagem e por isso alguns autores defendem a necessidade da sua reconceitualização à luz de um olhar construtivista social da natureza da ciência e da aprendizagem.

A partir de reflexões das leituras que empreendi e das insatisfações e inquietações com a minha prática pedagógica nesses últimos anos, interessei-me em compreender as concepções epistemológicas e pedagógicas que permeiam as aulas experimentais através do que pensam os professores e alunos sobre ciência, tecnologia, atividades experimentais e sobre o processo de construção do conhecimento científico.

I.2 - Objetivos

Este trabalho teve como objetivo principal compreender as visões de ciência que são transmitidas, implicita ou explicitamente, por professores de química em atividades experimentais desenvolvidas em cursos de ensino médio profissional em uma instituição da rede federal de ensino do Rio de Janeiro. Nesta perspectiva, partiu-se do pressuposto de que estas concepções de natureza epistemológica afetam as posturas pedagógicas dos professores, contribuindo para orientar suas práticas docentes, com reflexos para a Educação Científica dos estudantes assim como sua formação como indivíduos, cidadãos e futuros profissionais da área de Química.

I.3 - Organização do Trabalho

No primeiro capítulo, estão descritas as justificativas e motivações que nos estimularam a realizar essa investigação e escrever esse trabalho, assim como o objetivo e a forma como a dissertação está organizada.

No segundo capítulo, apresentaremos os referenciais teóricos que embasam e fundamentam toda a investigação, dividido em três partes: na primeira descreveremos sucintamente a história do ensino profissional no Brasil, com ênfase na rede federal de ensino incluindo as mudanças mais recentes no que se refere à estruturação dos Institutos Federais; na segunda parte descrevemos uma revisão bibliográfica da utilização do laboratório didático no ensino de ciências e, na terceira e última parte deste capítulo, relatamos as diferentes concepções de ciência de professores e estudantes encontrados na literatura, assim como uma breve revisão histórica das mudanças paradigmáticas e das diversas epistemologias acerca do conhecimento científico.

No terceiro capítulo, detalhamos a abordagem metodológica selecionada para a análise de dados coletados das três fontes utilizadas e as razões para tal escolha. Assim, realizamos uma breve descrição sobre análise qualitativa, estudo de caso, triangulação de dados e análise textual discursiva.

No quarto capítulo, apresentamos as análises textuais discursivas dos dados: o questionário respondido pelos professores, o questionário respondido pelos alunos e os roteiros de 11 aulas do laboratório didático de química em estudo. Tecemos, à luz dos referenciais teóricos, relações das análises de dados com as concepções de ciência que estão permeiam o desenvolvimento dos experimentos.

No capítulo 5, encerramos esse trabalho com as considerações finais, retomando algumas das reflexões a respeito das análises sobre o discurso, assim como realizamos alguns questionamentos para estudos futuros.

Capítulo II – Fundamentação Teórica

II.1 - O Ensino Profissional no Brasil

II.1.1 - Um Pouco da História do Ensino Profissional

Segundo Saviani (2007), antes da chegada dos portugueses ao Brasil, nossa população vivia em sociedades que não eram estruturadas em classes, tendo suas próprias características de fazer educação, que foram completamente modificadas por um modelo de educação trazido pelos portugueses do continente europeu. Podemos considerar que, no Brasil, os índios foram pioneiros em desenvolver uma educação profissional, já que as artes e os ofícios eram ensinados, pela observação e repetição das atividades dos mais velhos aos mais jovens.

Segundo alguns historiadores, os frades franciscanos já exerciam a educação profissional no Brasil desde 1500, sendo acompanhados nessa tarefa com a chegada dos jesuítas e o fim do regime de capitanias em 1549. Na época do Brasil Colônia, a educação profissional esteve bastante presente, uma vez que já naquele período havia divisão social do trabalho, sendo que nos engenhos trabalhavam, além dos escravos e nativos, alguns trabalhadores livres que exerciam "tarefas de direção e/ou que requeriam maior qualificação técnica" e, além disso, "nos engenhos, também prevaleciam as práticas educativas informais de qualificação no e para o trabalho" (MANFREDI, 2002).

Em termos mais completos "*a educação profissional iniciou-se em 1809, com a criação do Colégio das Fábricas no Rio de Janeiro, que objetivava capacitar órfãos portugueses em diferentes ofícios*" (AMARAL apud MANFREDI, 2002, p.168). No período imperial, apenas alguns colégios ofertavam o ensino secundário, que foi sendo ampliado com o tempo, mas tendo sempre como objetivo o acesso ao ensino superior (CUNHA apud MANFREDI, 2002, p.75).

Moura (2007) relata que as origens da educação profissional no Brasil apresentavam claramente uma visão assistencialista com o objetivo de acolher aqueles que não apresentavam condições sociais satisfatórias, como os órfãos e os desvalidos da sorte e aqueles, com comportamentos inadequados para o que era considerado aceitável como de bom costume para a época. Importantes sociedades civis foram criadas na segunda metade do século dezenove como

os Liceus de Artes e Ofícios do Rio de Janeiro (1858), de Salvador (1872), do Recife (1880), de São Paulo (1882), de Maceió (1884) e de Ouro Preto (1886) com o objetivo e amparar crianças abandonadas e órfãs, fornecendo instrução industrial prática e teórica.

O Brasil vivencia no início do século XIX um período de aumento da produção manufatureira que se acentua no século seguinte a partir de 1909, com a industrialização. Em decorrência de alguns movimentos de greve deflagrados por correntes anarco-sindicalistas fomentadas por imigrantes estrangeiros, incutindo “ideias exóticas” no proletariado brasileiro em formação, o ensino profissional começa a ser visto pelas classes dirigentes como um “poderoso instrumento para a solução da questão social”. Tratava-se da formulação de um ensino profissional voltado à correção de mazelas sociais (CUNHA, 2000)

Dessa forma, inicia-se no Brasil, no governo de Nilo Peçanha, a construção da ideia da responsabilidade do Estado pela formação profissional da população. A educação, até então, era voltada exclusivamente para a formação e manutenção da elite sem qualquer ligação com o preparo para o trabalho. Assim, a partir de 1910 foram implementadas 19 escolas de artes e ofícios por toda a federação que foram as precursoras das escolas técnicas federais e estaduais. No início do século XX, houve um esforço público de organização da formação profissional no país, trazendo uma mudança de visão, da não mais preocupação assistencialista de atendimento a menores abandonados e órfãos, para a preparação de operários para o exercício profissional (MOURA, 2007).

Segundo Azevedo, Shiroma e Coan (2012), pode-se inferir que essa ação do presidente Nilo Peçanha deu origem à construção de uma dualidade educacional no Brasil, devidamente oficializada por norma legal, em 1909, com vistas a disponibilizar uma estrutura escolar que possibilitasse aos pertencentes das classes proletárias, entendidos como “desfavorecidos da fortuna”, meios para vencer as dificuldades da vida, mediante o preparo técnico para o trabalho, afastando-os da ociosidade, da ignorância, do vício e do crime, ou seja, tornando-os, na compreensão do legislador, cidadãos úteis à Nação.

Em concordância, Kuenzer (1997) acredita que nesse contexto chega-se à década de 30 do século XX com uma educação básica brasileira estruturada de uma forma completamente dual, na qual a diferenciação entre os percursos educativos dos filhos das elites e dos filhos da classe trabalhadora ocorria desde o curso primário. A educação básica era estruturada em um curso primário para aqueles cujo percurso tinha como fim a educação superior e, alternativamente, existiam os cursos rural ou profissional destinados às crianças das classes populares. Ao curso

primário poderiam suceder o ginasial, o normal, ou o curso técnico comercial, antecedido de três anos de curso propedêutico. Para os concluintes do curso rural sucedia, obrigatoriamente, o curso básico agrícola, enquanto o curso complementar era oferecido aos egressos do curso profissional.

Os concluintes dos cursos normal, técnico comercial, básico agrícola e o complementar não podiam continuar os estudos em nível superior porque esses cursos tinham caráter terminal e eram claramente destinados às necessidades imediatas dos setores produtivos. Os estudos em nível superior eram acessíveis apenas aos concluintes da quinta série do ensino ginasial, enquanto, os concluintes da sexta série recebiam o título de bacharel em Ciências e Letras. Não havia, nesse período, o que hoje se conhece atualmente por ensino médio (ou ensino secundário), de modo que a mediação entre o ginasial e o ensino superior era feita por meio de estudos livres e exames (KUENZER, 1985)

O regime de cursos preparatórios e de exames que selecionava os estudantes para avançarem para o curso superior foi posto em questão somente na década de 1920 quando ocorreram significativos debates sobre as necessidades de reformas na educação brasileira. Essas discussões foram de forma marcante lideradas pela Associação Brasileira de Educação (ABE). Entretanto, somente após a Revolução de 30, durante o governo provisório de Getúlio Vargas, é que se construíram mudanças efetivas em relação ao ensino secundário. Nesse contexto, é importante ressaltar que esse ensino, diferentemente do que conhecemos atualmente, era o nível de escolarização entre o curso primário e o ensino superior, tendo passado ser composto por dois ciclos com a duração total de sete anos a partir da Reforma Francisco Campos em 1931. Por ser um ciclo de escolarização extenso e demorado, acabava por atender a uma parte da classe média e às elites da sociedade brasileira (DALLABRIDA, 2009).

A educação brasileira nas décadas de 30 e 40 do século passado foi fortemente influenciada pelas grandes transformações políticas e econômicas que vivia a nossa sociedade nesse período. Como resultado, no final de 1930, foi criado o Ministério da Educação e Saúde Pública e Francisco Campos nomeado como seu titular. Segundo Dallabrida (2009), Campos implementou uma significativa reforma na educação nacional com destaque para a criação do Conselho Nacional de Educação e a reformulação do ensino secundário e superior.

É importante ressaltar que, nesse mesmo período, aconteceu o Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, que defendia uma escola democrática que pudesse oportunizar uma cultura geral assim como possibilidades de especializações para todos. No entanto, a proposta estruturava a educação em dois grandes grupos: o de humanidades e o de ciências (de natureza mais

intelectual) e o grupo de cursos de caráter mais técnico (de natureza mecânica e de desenvolvimento de destrezas manuais) (MOURA, 2007).

Na década seguinte a 1930, ocorreu um forte processo de industrialização no país, evidenciando a necessidade de profissionais com especialização voltada para as áreas de comércio, prestação de serviços e, principalmente, para a indústria. Para atender a essa demanda, em 1942 reestruturou-se novamente a educação brasileira através das Leis Orgânicas da Educação Nacional que ficou conhecida como a Reforma Capanema. Esses Decretos-Lei demonstram a importância que a educação profissional adquiriu no país, pois foram decretadas leis específicas para a formação profissional em cada divisão da economia e para a formação de professores que atendessem a esse novo ensino secundário. Mesmo passando por mais uma reforma importante, fazia-se presente na educação brasileira a dualidade, pois o acesso ao ensino superior, que continuava a ocorrer através de processo seletivo, enfatizava o domínio dos conteúdos gerais, das letras, das ciências e das humanidades, e excluía o conhecimento técnico (KUENZER, 1997).

Após a Reforma Capanema, tem-se o fim dos cursos de complementação e o surgimento dos cursos médios de 2º ciclo (atual ensino médio), denominados de cursos colegiais, com duas variantes: científico e clássico, ambos voltados para preparar cidadãos para o ingresso no ensino superior. A vertente profissionalizante, parte final do ensino secundário, era constituída pelos cursos normal, industrial técnico, comercial técnico e agrotécnico, todos com o mesmo nível e duração do colegial, entretanto não habilitavam para o ingresso no ensino superior. Apesar dessa diferenciação, é nesse contexto que surge pela primeira vez uma possibilidade de aproximação entre o ramo secundário propedêutico e os cursos profissionalizantes de nível médio por meio de exames de adaptação (MOURA, 2007).

O projeto de Lei n°. 4.024 (a primeira LDB) começou a tramitar no Congresso Nacional em 1948, entrando em vigor em 1961. A política educacional nessa época reflete os debates acerca dos modelos de desenvolvimento para o país, de modo que a criação da LDB ocorre em meio à polarização de interesses entre os diversos setores que pleiteavam, entre outros aspectos, a extensão da rede escolar gratuita e a equivalência entre ensino médio propedêutico e profissionalizante, com possibilidade de transferência de um para outro (FREITAG, 1979).

Durante 13 anos, o contexto de conflitos em que tramitou o Projeto de Lei da primeira LDB do País, gerou evidentemente, o resultado final que refletiu as contradições da sociedade em geral e, particularmente, do âmbito educacional. Desse modo, a primeira LDB envolve todos os níveis e

modalidades acadêmica e profissional de ensino, proporcionando a liberdade de atuação da iniciativa privada no domínio educacional, tendo, como um dos pontos positivos importantes, a equivalência entre todos os cursos do mesmo nível sem a necessidade de exames e provas de conhecimento. De tal modo, tanto os estudantes provenientes do colegial como os do ensino profissional poderiam dar continuidade de estudos no ensino superior. Segundo Moura (2007), este fato colocava, formalmente, um fim na dualidade de ensino.

No período em que entrou em vigor a primeira LDB, o Brasil sofreu o Golpe Civil Militar de 1964 e, com a tentativa de inculcar a ideia de que a educação seria a grande alavancadora do desenvolvimento do país, em 1971 há uma profunda reforma da educação básica, que teve como um dos seus propósitos o de estruturar a educação de nível médio como sendo profissionalizante para todos. Essa tentativa de tornar a profissionalização obrigatória com o objetivo de eliminar a tal dualidade do sistema educacional brasileiro não ocorreu na prática, pois, a obrigatoriedade do ensino médio profissional se restringiu ao âmbito público, principalmente nos sistemas de ensino federais e estaduais. Em grande maioria, as escolas privadas mantiveram os currículos propedêuticos voltados para as ciências, letras e artes visando o atendimento às elites (MOURA, 2007).

O que se constatou foi que, ao invés de se ampliar a duração do 2º grau para incluir os conteúdos da formação profissional de forma integrada aos conhecimentos das ciências, das letras e das artes, ocorreu a redução drástica dos últimos anos. Além disso, esse ensino profissional adquiriu um caráter instrumental e de baixa complexidade e qualidade, já que não havia a base científica que permitisse caminhar na direção de conhecimentos mais complexos inerentes ao mundo do trabalho. No que diz respeito às escolas estaduais, fatores como a falta de professores com formação adequada e financiamento compatível com tal reforma, fez com que a implementação do ensino profissional ocorresse em áreas em que não houvesse demandas por toda uma infra-estrutura específica e especializada, como por exemplo, laboratórios (GERMANO, 2005, p.187).

Enquanto isso, as escolas técnicas e agrotécnicas federais conseguiram consolidar sua atuação principalmente na vertente industrial, no caso das ETFs (escolas técnicas federais), por meio dos cursos de Técnico em Mecânica, Técnico em Eletrotécnica, Técnico em Mineração, Técnico em Geologia, Técnico em Edificações, Técnico em Estradas etc. e, no ramo Agropecuário, no caso das EAFs (escolas agrotécnicas federais). Essas instituições, que foram as precursoras dos CEFETs, tinham financiamento adequado e corpo docente especializado, devido à diferenciada política de remuneração docente na esfera federal. Nesse processo, as ETFs

consolidam-se ainda mais como referência de qualidade na formação de técnicos de nível médio (MOURA, 2007).

A Lei de 1971 foi sendo gradualmente flexibilizada com o objetivo de facultar a obrigatoriedade da profissionalização em todo o ensino de 2°. grau. Na prática, ressurgiu a dualidade na esfera da legislação, reafirmando-se mais uma vez como a forma preferencial e desejável para a entrada no nível superior como sendo a propedêutica. Através desse processo, a profissionalização obrigatória vai esvaindo-se até que ao final da década de 1980 e no início da década de 1990, após a promulgação da Constituição Federal de 1988, começa a vigorar no Congresso Nacional a nova LDB, a Lei n°. 9.394/1996, quando já não há mais praticamente ensino de 2° grau profissionalizante. Nesse momento, apenas as escolas técnicas federais, as escolas agrotécnicas federais e alguns sistemas de ensino estaduais representavam o 2° profissionalizante no país, com a existência de pouquíssimas escolas privadas com essa forma de ensino (KUENZER, 1997, p.24).

Segundo Frigotto, Ciavatta e Ramos (2005), é importante ressaltar que, no processo de elaboração da nova Lei, ressurge o conflito da dualidade, existindo fortemente nesse conflito a defesa da formação profissional *lato sensu* integrada à formação geral nos seus múltiplos aspectos humanísticos e científico-tecnológicos que são uma constante no primeiro projeto de Lei de LDB.

De acordo com Frigotto, Ciavatta e Ramos (2005, p.35):

> Nessa proposta, o papel do ensino médio estaria orientado à recuperação da relação entre conhecimento e a prática do trabalho, o que denotaria explicitar como a ciência se converte em potência material no processo produtivo. Dessa forma, “seu horizonte deveria ser o de propiciar aos alunos o domínio dos fundamentos das técnicas diversificadas utilizadas na produção, e não o mero adestramento em técnicas produtivas. Não se deveria, então, propor que o ensino médio formasse técnicos especializados, mas sim politécnicos (FRIGOTTO, CIAVATTA & RAMOS (2005, p.35).

Segundo Saviani (2003, p.140), nesse contexto a politecnia relaciona-se com “*domínio dos fundamentos científicos das diferentes técnicas que caracterizam o processo de trabalho moderno*”. De acordo com essa visão, a educação escolar, particularmente o ensino médio deveria propiciar aos estudantes a possibilidade de (re)construção dos princípios científicos gerais sobre os quais se fundamentam a multiplicidade de processos e técnicas que dão base aos sistemas de produção em cada momento histórico. Essa perspectiva de formação integral foi perdendo-se gradativamente em função da mesma correlação de forças já mencionada anteriormente ao se tratar do embate entre educação pública e educação privada. Desse modo, o texto finalmente

aprovado pelo Congresso nacional em 1996 consolida, mais uma vez, a dualidade entre o ensino médio e a educação profissional.

Apesar de toda a resistência, das mais diversas correntes políticas que gerou uma mobilização contrária da comunidade acadêmica, dos grupos de investigação do campo da educação e trabalho, das ETFs e dos Centros Federais de Educação Tecnológica – CEFETs e das correspondentes entidades sindicais, o governo FHC conseguiu através de um trâmite legal, fazer prevalecer o seu intuito de separar o ensino médio da educação profissional. O ensino médio retomou legalmente um sentido puramente propedêutico, enquanto os cursos técnicos, agora obrigatoriamente separados do ensino médio, passam a ser oferecidos de duas formas: uma delas é a concomitante ao ensino médio, na qual o estudante pode fazer ao mesmo tempo o ensino médio e o curso técnico e a outra forma é a subsequente, destinada a quem já concluiu o ensino médio e, portanto, a educação básica (MOURA, 2007).

Estudiosos da área como Cunha (2000), Oliveira (2003), Franco e Frigotto (2003) e Kuenzer (1997) enfatizam que a referida reforma objetivou introduzir a racionalidade financeira, no âmbito da educação profissional, segundo orientações de organismos transnacionais. As análises acerca da educação profissional, nas duas gestões do Governo Fernando Henrique Cardoso, tornaram-se foco de discussão entre diversos profissionais da área educacional. Franco e Frigotto avaliam que tal Governo,

> [...] conduziu as diferentes políticas de forma associada e subordinada aos organismos internacionais, gestores da mundialização do capital e dentro da ortodoxia da cartilha do credo neoliberal, cujo núcleo central é a idéia do livre mercado e da irreversibilidade de suas leis. (FRANCO & FRIGOTTTO, 2003, p.103).

Assim, para eles, o projeto educacional de FHC encontra coerência quando integrado com o ajuste às demandas do capital externo. Dessa forma, o Projeto do Governo de FHC para educação encontra coerência, quando articulado com os ajustes promovidos na sociedade e no setor produtivo nacional, “as demandas da sociedade organizada são substituídas por medidas produzidas por especialistas, tecnocratas e técnicos que definem as políticas de cima para baixo e de acordo com os princípios do ajuste.” (FRANCO & FRIGOTTO, 2003, p.106-107).

Esse contexto do final dos anos 1990 produziu efeitos graves sobre a educação brasileira em todos os níveis. No que se refere à educação básica, a síntese é a explicitação da dualidade entre ensino médio e educação profissional e todas as conseqüências que isso representa.

II.1.2 A Criação dos IFs e a História do IFRJ

Em 29 de dezembro de 2008, o presidente Luiz Inácio Lula da Silva sancionou a Lei nº 11.892/08 que criou os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFETs) publicada no Diário Oficial da União de 30 de dezembro do mesmo ano. A mencionada lei instituiu a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica no âmbito do sistema federal de ensino, vinculada ao Ministério da Educação e constituída pelas seguintes instituições: Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia – Institutos Federais; Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR; Centros Federais de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET-RJ e de Minas Gerais – CEFET-MG; Escolas Técnicas vinculadas às Universidades Federais (Lei 11.892/08, art. 1º). A criação dos IFETs ocorreu através da transformação de 31 centros federais de educação tecnológica, 75 unidades descentralizadas de ensino, 39 escolas agrotécnicas, 7 escolas técnicas federais e 8 escolas vinculadas a Universidades, somadas a novas unidades a serem construídas até 2010, em 38 Institutos Federais, distribuídos em todos os estados brasileiros (BRASIL, 2008).

Os Institutos Federais são, portanto, instituições que apresentam uma estrutura diferenciada, uma vez que foram criadas pela agregação/transformação de antigas instituições profissionais. Já as demais instituições da nova rede, com exceção da Universidade Tecnológica, são aquelas que decidiram pela não integração a um Instituto Federal e se mantiveram com a estrutura administrativa que as caracterizavam. Cada grupo reagiu de forma diferente à proposta governamental de mudança, divulgada inicialmente pelo Decreto nº 6.095/2007, que traçou as primeiras diretrizes e fundamentos dos IFETs, por esse motivo optou-se por uma análise diferenciada das Escolas Agrotécnicas, CEFETs e Escolas Vinculadas às Universidades Federais (BRASIL, 2008).

Os IFETs são definidos como:

> [...]instituições de educação superior, básica e profissional, pluricurriculares e multicampi, especializados na oferta de educação profissional e tecnológica nas diferentes modalidades de ensino, com base na conjugação de conhecimentos técnicos e tecnológicos com as suas práticas pedagógicas (BRASIL, 2008, Art. 2º - Parágrafos 1º e 2º).

Os IFETs surgem com o objetivo de ofertar, de acordo com a demanda da sociedade da qual fazem parte: educação profissional técnica de nível médio; cursos de formação inicial e

continuada para trabalhadores na educação básica e profissional; atividades de pesquisa e extensão; e, no ensino superior, cursos superiores de tecnologia e de bacharelado em engenharias, cursos de licenciatura e de formação pedagógica para professores da educação básica e ainda cursos de pós-graduação.

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro foi criado, de acordo com a Lei 11.892, mediante a transformação do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química de Nilópolis, conforme o artigo 5º, inciso XXVI sendo integrado em seguida ao Colégio Agrícola Nilo Peçanha, até então vinculado à Universidade Federal Fluminense (BRASIL, 2008).

Com uma reconhecida história no ensino de Química, O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) possui uma longa trajetória na formação de técnicos de química. A história do CEFET Química/RJ teve início em 1945, com a criação do Curso Técnico de Química Industrial (CTQI). Desde fevereiro de 1942 o Decreto-Lei no 4.127/1942 previa, em seu artigo 4º, a criação de uma Escola Técnica de Química. No entanto, apenas em 06 de dezembro de 1945, através do Decreto-Lei no 8.300/1945, foi formalmente criado o Curso Técnico de Química Industrial (CTQI) pela Escola Nacional de Química da Universidade do Brasil, atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (BRASIL, 2008).

Este curso funcionou nas dependências da Universidade do Brasil de 1945 a 1946, porém, mesmo sem alterar a vinculação administrativa, o curso passou a funcionar em ambiente cedido pela Escola Técnica Nacional (ETN), atual Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ). Apenas em 16 de fevereiro de 1956 foi criada a Escola Técnica de Química (ETQ) quando foi promulgada a Lei nº3.552, autarquia que tinha como missão a oferta do Curso Técnico de Química Industrial. Mais tarde a ETQ passou a ser denominada Escola Técnica Federal de Química (ETFQ) e Escola Técnica Federal de Química do Rio de Janeiro (ETFQ-RJ). Durante 40 anos a Instituição permaneceu funcionando nas dependências da ETN oferecendo o Curso Técnico de Química. Em 1981, a ETFQ-RJ, em sintonia com o processo de desenvolvimento industrial e tecnológico do país, criou o Curso Técnico em Alimentos. Somente em 1986 a Instituição conquista a sua sede própria no bairro do Maracanã, e em 1988 é criado o curso Técnico em Biotecnologia com o objetivo de formar técnicos qualificados para o novo e promissor mercado de trabalho nessa área (BRASIL, 2008).

Na década de 90, a ETFQ-RJ fundou uma Unidade de Ensino Descentralizada no Município de Nilópolis, com oferta de cursos técnicos em Química e Saneamento. Em 1999, a ETFQ-RJ teve sua sede transferida para Nilópolis quando foi transformada em Centro Federal de

Educação Tecnológica de Química – CEFET Química/RJ. Como Instituição de nível superior, o CEFET Química/RJ assumiu novas responsabilidades e passou a oferecer cursos de graduação e de pós-graduação. Em 2002 ocorreu a implantação dos primeiros cursos superiores da Instituição, o Curso Superior de Tecnologia (CST) em Produção Cultural, no município de Nilópolis e o Curso Superior de Tecnologia em Processos Industriais, no Rio de Janeiro (BRASIL, 2008).

Em 2004, foi criado o primeiro curso de pós-graduação *lato sensu* e no 2º semestre de 2005, houve a criação do Núcleo Avançado de Arraial do Cabo. Em 2006, foi criado o Núcleo Avançado de Duque de Caxias, na região de um dos maiores pólos petroquímicos do país, com o curso técnico de Operação de Processos Industriais em Polímeros. Em 2007, foi criada a Unidade Paracambi e em 2008 foram inauguradas as Unidades Volta Redonda e São Gonçalo. No início de 2009, tiveram início as atividades da Unidade Realengo.

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ é formado atualmente por nove *campi*: Nilópolis, Maracanã, Pinheiral, Duque de Caxias, Paracambi, São Gonçalo, Volta Redonda, Arraial do Cabo e Realengo, com a Reitoria a ser instalada no município do Rio de Janeiro.

II.2 O Laboratório Didático no Ensino de Ciências

II.2.1 Definindo Termos

Nos inúmeros trabalhos de pesquisa em ensino de ciências encontramos as mais diversas denominações como atividade prática, atividade de laboratório, atividade experimental e experimentação para as atividades que em geral têm a característica de serem: (a) desempenhadas fora do espaço formal de sala de aula, mais especificadamente, no laboratório; (b) atividades que complementam as aulas teóricas guiadas pela exposição do professor, auxiliando os alunos a verificar/confirmar/revisar o que aprenderam na teoria e (c) aulas em que é necessário material especial para serem efetivadas (GALIAZZI et al., 2001; MOREIRA, 2005).

Segundo Moreira (2005), as expressões “atividade de laboratório”, “aula de laboratório”, “trabalho de laboratório” podem ser usadas como sinônimos e, mesmo que consideremos algumas pequenas diferenças entre elas, não será difícil concluir que signifiquem atividades desenvolvidas na esfera do Ensino de Ciências, e que seus objetivos sejam os de levar os estudantes à observação e manipulação de materiais, vidrarias, equipamentos e ao desenvolvimento de experimentos que os auxiliem a uma melhor compreensão do mundo natural.

Hodson (1988) ressalta a importância da clarificação do significado desses termos para que não haja ambiguidade das funções e dos objetivos das atividades práticas, atividades de laboratório e dos experimentos no Ensino de Ciências. Nesse sentido, Hodson (1988) tentou distinguir o significado dos termos “trabalho prático”, “trabalho laboratorial” e “trabalho experimental”. “Trabalho prático” é o conceito mais geral e inclui todas as atividades que exigem que o aluno esteja ativamente envolvido. O trabalho prático pode incluir atividades laboratoriais, trabalhos de campo, resolução de exercícios ou problemas de papel e lápis, utilização de um programa de simulação, pesquisas de informação na internet, realização de entrevistas a membros da comunidade e etc. “Trabalho laboratorial”, por sua vez, inclui atividades que envolvem a utilização de materiais de laboratório (mais ou menos convencionais). Apesar de estes materiais também poderem ser usados nas atividades de campo, as atividades laboratoriais realizam-se em um laboratório ou, à falta deste, numa sala normal, enquanto que as atividades de campo têm lugar ao ar livre, no local onde os fenômenos acontecem ou os materiais existem. O “trabalho experimental” inclui atividades que envolvem controle e manipulação de variáveis e que podem ser laboratoriais, de campo ou de outro tipo de atividades práticas.

Ainda segundo o autor, verifica-se que o critério com base no qual se distinguem as atividades experimentais das não experimentais tem a ver com a necessidade, ou não, de controlar e manipular variáveis, enquanto que o critério que permite distinguir as atividades laboratoriais das de campo tem a ver, fundamentalmente, com o local onde a atividade decorre. Combinando os dois critérios acima referidos obtém-se, por exemplo, as atividades laboratoriais de tipo experimental, que requerem tanto materiais de laboratório como o controle e manipulação de variáveis, e que permitem, por exemplo, estudar a influência de um determinado fator em um dado fenômeno ou estabelecer relações entre as variáveis.

Carmen (2000) ressalta que o termo trabalhos práticos costuma ser utilizado para as atividades de ensino nas quais o estudante tem de aplicar determinados procedimentos para solucioná-las. Dessa forma, para o autor qualquer atividade como, por exemplo, uso de jogos, apresentação de seminários, confecção de modelos e cartazes, pesquisas, saídas de campo e aulas no laboratório de informática ou laboratório de ciências seria considerada uma atividade prática, ou seja, atividades que colocam o aluno em uma condição de participação direta no seu processo de ensino-aprendizagem.

Em relação às atividades práticas realizadas como trabalho na bancada do laboratório, Hodson afirma que:

> Assim como é importante reconhecer que o trabalho na bancada do laboratório é um subconjunto da categoria mais ampla de trabalho prático, também é importante reconhecer que “fazer experimentos” é um subconjunto do trabalho na bancada do laboratório. Há outros tipos de trabalho na bancada que não são experimentos no sentido em que os cientistas empregam o termo (HODSON, 1988, p.54).

Podemos ainda pensar na distinção entre os termos atividade de laboratório, atividade experimental e experimentação, lembrando sempre que neste trabalho, voltado para o Ensino de Ciências, nossa preocupação com esses termos se refere sempre ao trabalho/atividade experimental que é desenvolvido no ambiente escolar e não ao trabalho experimental científico, realizado por cientistas em um laboratório de pesquisa. Em um laboratório para fins didáticos, no ambiente escolar, os experimentos são compreendidos como eventos projetados e estritamente controlados, que vão além da mera observação. A atividade experimental ocorre com a reprodução da realidade em situação de máximo controle de suas variáveis. De modo geral, as relações e manipulações do investigador junto à natureza ou aos fatos científicos (PINHO ALVES, 1997) são mediadas pela experimentação, que consiste num ambiente artificial, controlável, que simula a realidade.

Dessa forma, após a revisão das definições e terminologias utilizadas na literatura faz-se necessária a escolha da maneira que o laboratório será tratado ao longo deste trabalho. Faremos uso das definições das aulas experimentais ou aulas práticas realizadas em laboratórios específicos de química para o desenvolvimento de experimentos didáticos como **atividade experimental** e **laboratório didático** que foram as formas mais comumente encontradas na literatura, inclusive nas mais recentes, e que mais se adequam ao propósito do nosso estudo, uma vez que pesquisaremos sobre atividades experimentais (experimentos ou não) sempre realizados em bancada de laboratório exclusivamente para fins didáticos.

II.2.2 A História do Uso do Laboratório Didático

Segundo Amaral (1997), a experimentação passou a ocupar maior espaço na Educação Científica apenas nas últimas décadas e, desde então, vem sendo cada vez mais incorporada na prática docente, ou até mesmo no imaginário do professor, em geral, como símbolo de excelência pedagógica. Inicialmente passou por momentos de deslumbramento e de desconfiança, teve sua fase de apogeu como carro-chefe da contraposição ao ensino tradicional expositivo e memorístico e, desde então, passou a seguir por uma crise quando foi contestado conceitual e técnico-operacionalmente. Podemos dizer que nos dias de hoje as atividades experimentais se encontram em situação de profunda revisão crítica que procuram levá-las a significativas reformulações.

Encontramos na literatura registros de que o emprego do trabalho experimental nas escolas ocorreu há mais de cem anos devido à influência do que já era desenvolvido nas universidades. O papel da experimentação no ensino de Ciências é historicamente reconhecido por filósofos desde o século XVIII, mas somente nas últimas décadas do século 19 as atividades experimentais foram inseridas nos currículos da Inglaterra e dos Estados Unidos. Desde àquela época inicial, o trabalho experimental já apresentava, como um de seus objetivos mais importantes, o de melhorar a aprendizagem do conteúdo de ciências, uma vez que os alunos aprendiam os conteúdos científicos, porém não conseguiam aplicá-los. A consolidação da experimentação como estratégia de ensino apenas deu-se de forma significativa nas escolas na segunda metade do século 20. (IZQUIERDO, SANMARTÍ & ESPINET, 1999).

Bybee e DeBoer (1994) identificam através de um panorama geral, três períodos com características bem estabelecidas do trabalho experimental: o primeiro no qual ocorreram as primeiras tentativas de sua implementação no início do século XX, quando o trabalho experimental

estava numa fase introdutória no ensino das ciências, até meados do século XX, o segundo período, no qual são registradas uma multiplicação de ideias para protocolos de procedimentos laboratoriais e seus aperfeiçoamentos. Em seu terceiro período, a partir dos anos sessenta do século vinte, no qual foi observado o desenvolvimento e implantação de diversos projetos curriculares inovadores como o PSSC e Nuffield.

Segundo esses autores o laboratório e suas atividades experimentais passaram a assumir uma posição de relevância na educação científica no fim do século 19 quando foram introduzidos autores como Comenius, Locke, Pestalozzi, Huxley, Spencer, Rice e Eliot, defendiam a importância do estudo de temas científicos através do contato direto com o mundo. Dewey passa a defender o desenvolvimento de experimentos nas aulas de ciências na primeira metade do século 20 argumentando que conhecer os métodos científicos era tão importante quanto o conhecimento dos próprios conceitos científicos. Esses argumentos a favor do uso do trabalho experimental continuam por todo o século 20, entretanto, algumas mudanças na ênfase dos objetivos do ensino de ciências começam a surgir (TAMIR, 1991).

Segundo Moura (2008), as propostas de ensino nas décadas de 60 e 70 foram fortemente influenciadas pelas tentativas de “inovar”. Nessa época havia uma grande preocupação em resolver os problemas da qualidade de ensino de Ciências e a “saída pedagógica” encontrada foi a implementação de projetos que visavam a aplicação do método experimental. As ideias do início do século 20 sobre fazer com que o aluno tivesse um contato mais direto e uma participação mais ativa no processo de ensino-aprendizagem incentivaram a utilização do método experimental e, o trabalho no laboratório deixa claro, nessa época, essa possibilidade. Acreditava-se e defendia-se, no contexto das décadas de 60 e 70, que a aplicação de aulas práticas desenvolvidas em laboratório propiciaria a participação dos estudantes e tornaria o aluno mais crítico em relação às questões sociais. Argumentava-se que o estudante aprenderia Ciências e também como aplicar seu raciocínio lógico desenvolvido nas aulas de ciências, mais especificamente no laboratório, em outras novas situações que pudessem encontrar no futuro. Ao professor cabia aprender as atividades que seriam aplicadas aos alunos; tais atividades eram aprendidas através dos cursos de “treinamento”.

Segundo Krasilchik (2000), a corrida espacial que se iniciou com o lançamento do satélite artificial Sputnik pela ex-União Soviética favoreceu o renascimento da tendência experimental no ensino de ciências que trouxe consequências importantes para a educação científica. No Brasil, por exemplo, vários projetos educacionais, cujas abordagens privilegiam as atividades experimentais, foram importados de outros países na busca de estimular a formação de novos

cientistas. Dentre esses projetos encontravam-se o de física (Physical Science Study Commitee – PSSC), de Biologia (Biological Science Curriculum Study – BSCS) e o de Química (Chemical Bond Approach – CBA) (MOURA, 2008).

Os projetos de ensino experimental como o CHEMS, CBA, IPS, Nuffield representaram, para a época, uma inovação. Devido à corrida pelo desenvolvimento tecnológico imposto, os Estados Unidos começaram a se interessar em formar novos cientistas. Esse interesse aparece no prefácio do CHEMS: *"Até certo ponto, o aluno que fizer uso deste material se tornará um cientista.".* Para se tornar um cientista era preciso, entre outras coisas, aprender a observar e registrar dados, aprender a pensar de forma científica, desenvolver habilidades e técnicas no manuseio do instrumental do laboratório. Era preciso ser treinado para resolver problemas (SARAIVA-NEVES, CABALLERO & MOREIRA, 2006).

Saindo do global e focando no particular, mais especificamente no âmbito do Ensino de Ciências brasileiro, o trabalho de laboratório foi trazido pelos portugueses por uma necessidade do contexto socioeconômico do século 19 e sua inserção deu-se sob uma abordagem utilitarista, buscando associar o conhecimento teórico às atividades práticas. No início do século 20, os órgãos oficiais brasileiros recomendaram que as instituições de ensino instituíssem laboratórios equipados para as aulas de Ciências e na década de 30, como reflexo do Movimento da Escola Nova, começou-se a valorizar o fazer por parte do aluno enfatizando um ensino que estivesse associado a sua realidade próxima. O objetivo era que as escolas substituíssem os métodos tradicionais por uma metodologia mais ativa que incluísse atividades experimentais (SILVA, AIRES & GUIMARÃES, 2009).

Novas mudanças no Ensino de Ciências brasileiro voltam a surgir apenas em 1946 com a criação do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (Ibecc), da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (Funbec) e do Programa de Expansão e Melhoria do Ensino de Ciências (Premen) que duraram até o fim da década de 70. As ideias principais dessas mudanças era produzir e adaptar materiais americanos e elaborar novos para fins didáticos. Tais materiais eram todos influenciados pelos grandes projetos desenvolvidos nos Estados Unidos e na Inglaterra que tinham como um pressuposto balizador de que o ensino prático conduziria os alunos aos fundamentos conceituais.

Segundo Krasilchick (1987), nos anos 80 no Brasil o Premen passou a não ser prioridade para o Ministério da Educação e as ações do governo concentraram-se em projetos de formação de recursos humanos devido à grande carência de professores de Ciências. Na atualidade os

programas institucionais não têm um foco específico em atividades experimentais, mas buscam uma melhoria geral no sistema de ensino com ações coordenadas em diversos frentes como a produção e distribuição de livros didáticos pelo governo, o Programa Institucional de Iniciação à Docência – Pibid e etc. Devido ao forte crescimento dos cursos de pós-graduação já nas primeiras décadas do século 21, a comunidade de Educação de Ciências também tem desenvolvido estudos que contribuem para a melhoria do ensino de ciências e para uma maior compreensão do papel da experimentação na Educação Científica.

Pelo exposto, percebemos que o Ensino de Ciências tem sempre considerado a utilização de atividades experimentais na sala de aula ou no laboratório, desde suas primeiras implantações até as mais recentes, mesmo em diferentes graus, como essencial para a aprendizagem científica. No entanto, falar em experimentação remete às concepções do professor sobre o que ensinar, o que significa aprender, o que é ciência e, com isto, o papel atribuído à experimentação adquire diferentes significados. (ROSITO, 2003).

Concordamos com Amaral (1997) no que se refere à forte dependência das relações entre as concepções pedagógicas e epistemológicas dos professores para o uso didático das atividades experimentais:

> Estamos assim diante de um triângulo de teor epistemológico pedagógico que precisas ser cuidadosamente articulado. O caráter epistemológico desse triângulo deve-se ao fato de envolver concepções de realidade, de conhecimentos, de conhecimentos científicos, e relações entre diferentes formas de conhecimentos, de método científico, enfim, uma concepção de ciência. O caráter pedagógico advém do fato de envolver concepções de aprendizagem, de posicionamento dos conhecimentos prévios dos alunos perante o conhecimento científico, de atividades e de técnicas de ensino, de relações entre conteúdo e método, enfim, uma concepção de currículo em seu senso mais amplo. Não se pode esquecer, também das dimensões sociológicas e ideológicas que afetam tanto o caráter epistemológico quanto o pedagógico de qualquer situação de ensino, repercutindo, obviamente no uso didático da experimentação.

Acreditamos que as crenças dos professores sobre suas práticas pedagógicas estão intrinsicamente relacionadas às suas concepções epistemológicas e sendo, portanto, indissociáveis, se influenciam mutuamente. Essa interdependência pode nos auxiliar a elucidar algumas das razões pelas quais as atividades experimentais no ensino de ciências ainda apresentam concepções pedagógicas e epistemológicas já consideradas inadequadas e superadas pela comunidade da área.

II.2.3 - A Pedagogia Renovada e A Pedagogia Tecnicista

Consideramos imprescindível nesse trabalho retomar alguns momentos históricos da história da educação no Brasil que influenciam até os dias de hoje a cultura escolar, os currículos (ocultos e não ocultos), as práticas pedagógicas e as políticas públicas de nosso país. Como a instituição de ensino investigada tem mais de 70 anos de sua criação, acreditamos que movimentos construídos décadas atrás podem ainda ter papel relevante sobre comportamentos dos sujeitos de nossa pesquisa. Assim, realizamos uma breve revisão histórica de movimentos como os da Pedagogia Renovada e da Pedagogia Tecnicista.

Pedagogia Renovada

O movimento chamado Escola Nova, como é conhecido no Brasil, teve início na década de 1920, inspirado em John Dewey. Na época, o mundo vivia um momento de crescimento industrial e de expansão urbana e, nesse contexto, um grupo de intelectuais brasileiros sentiu necessidade de preparar o país para acompanhar esse desenvolvimento. A educação era por eles percebida como o elemento-chave para promover a remodelação requerida. Inspirados nas idéias político-filosóficas de igualdade entre os homens e do direito de todos à educação, esses intelectuais viam num sistema estatal de ensino público, livre e aberto, o único meio efetivo de combate às desigualdades sociais da nação.

O movimento, que ganhou impulso após a divulgação do Manifesto da Escola Nova (1932), defendia a universalização da escola pública e gratuita. Entre os seus signatários, destacavam-se importantes nomes como os de: Anisio Teixeira (1900-1971), futuro mentor de duas universidades no país, sendo reitor de uma delas quando do Golpe Militar de 1964, além de fundador da Escola Parque, em Salvador (1950), instituição que posteriormente inspiraria o modelo dos Centros Integrados de Educação Pública - CIEPs, no Rio de Janeiro, na década de 1980. Fernando de Azevedo (1894-1974) - que aplicou a Sociologia da Educação e reformou o ensino em São Paulo na década de 1930; Lourenço Filho (1897-1970) – professor e Cecília Meireles (1901-1964) – professora e escritora.

A atuação destes pioneiros se estendeu pelas décadas seguintes sob fortes críticas dos defensores do ensino privado e religioso. As suas idéias e práticas influenciaram uma nova geração de educadores como: Darcy Ribeiro (1922-1997); e Florestan Fernandes (1920-1995).

A constituição da Escola Nova se contrapôs aos conservadores (Pedagogia Tradicional) que mantinham a hegemonia no controle da educação com objetivos voltados para a manutenção do sistema econômico anterior à industrialização. Os chamados progressistas (escolanovistas), imbuídos do espírito otimista do início da era industrial e do ideário de sociedade democrática apontado por John Dewey, preconizavam a transformação da sociedade através da Educação. Nas décadas de sua influência, essa pedagogia introduziu muitos elementos positivos que, ainda hoje, constituem a bandeira de luta dos educadores. No entanto, deve-se contextualizá-los novamente, atualizando e redimensionando as idéias aí contidas.

Os lemas “aprender a aprender” e “aprender fazendo”, na concepção dos filósofos-mentores da Escola Nova, tinham o propósito de chamar a atenção para a nova modalidade de aprendizagem e a mudança metodológica na construção do conhecimento, reconhecendo a autonomia e liberdade de expressão e pensamento da criança no seu diálogo com o conhecimento, valorizando a criatividade e a socialização, sem perder de vista o ideário educacional embutido na organização das atividades metodológicas. No entanto, na prática de muitos professores prevaleceu o reducionismo, restando apenas o “como” aplicar o método ativo. E assim, a forma (fórmula) predominou sobre o conteúdo. Os conteúdos que ainda eram repassados através desses métodos eram direcionados para a preservação da “verdade” que mantinha o sistema tradicional juntamente com seus valores. Os lemas “aprender a aprender” e “aprender fazendo”, anos depois, com a introdução do tecnicismo nos anos da ditadura militar, foram interpretados e direcionados para a aprendizagem de conhecimentos úteis ao mercado de trabalho. O objetivo dos escolanovistas visava à formação de sujeitos ativos com espírito investigativo, senso crítico, situados na sociedade em transição. Com o tecnicismo, esse objetivo foi redirecionado para o instrumentalismo.

Acreditando que as atividades escolares fossem significativas para o aluno (centralidade no aprender, portanto no aluno) e transformando o conhecer numa aventura e jogo, essa pedagogia incentivou a construção de dinâmicas de grupo e uma variedade de técnicas didáticas (trabalho em grupo, atividades cooperativas, pesquisas, projetos, experimentações, métodos de descobrir conhecimentos) que devem ser resgatas e refundamentadas, mas como um dos elementos do agir pedagógico, sem absolutizar nem as técnicas didáticas (como fizeram os tecnicistas), nem dar a centralidade exclusiva no aluno. Os objetivos educacionais devem ser resultados de uma filosofia social e não se resumir à aplicação da lista elaborada por MEC. Filosofia, objetivos educacionais, metodologia e técnicas didáticas devem manter coerência entre si. Ao ser fragmentado, o agir pedagógico passa a se pautar pela pedagogia tradicional-tecnicista.

Pedagogia Tecnicista

A Pedagogia Tecnicista surgiu nos Estados Unidos na segunda metade do século XX e foi introduzida no Brasil entre 1960 e 1970. Nessa concepção, o homem é considerado um produto do meio. É uma conseqüência das forças existentes em seu ambiente. A consciência do homem é formada nas relações acidentais que ele estabelece com o meio ou controlada cientificamente através da educação. Reestruturando sua base filosófica de adaptação do homem ao sistema para a de transformação do homem, essa Pedagogia tem mostrado o potencial das técnicas utilizadas na educação para dinamizá-la, porém, não se deve acreditar que as técnicas didáticas e tecnologias educacionais solucionam os problemas da sala de aula e nem deve-se perder de vista a importância do conhecimento na formação dos jovens. Através do instrumental metodológico e tecnológico mobilizam-se todos os sentidos e dimensões do ser humano na percepção, aprofundamento e construção do conhecimento, a fim de que cada um possa se situar no mundo contemporâneo.

Segundo Morin (2001), seu conceito de aprendizagem se fundamenta na teoria behaviorista. Aponta somente para a mudança de comportamento. Educar é adaptar o indivíduo ao meio social pressupondo-se que a filosofia já está dada pelo sistema sócio-econômico dominante. Pode-se dizer que se pautam pela multidisciplinaridade que é uma superposição de conhecimentos, assim como toda a estruturação da grade curricular dos cursos hoje em vigor. Vão-se sobrepondo disciplinas do mais geral para o mais específico. As relações existentes entre os diversos conhecimentos ficam a cargo de cada um dos alunos, mas em geral, quando muito, estes alunos terminam com “uma cabeça bem cheia” ao invés de uma “cabeça bem feita”.

Habermas (apud SANTOS, 1999) defende que tal pedagogia busca a racionalização e objetivação do ensino. Acredita na objetividade e neutralidade da Ciência e na impessoalidade do professor. A Relação professor/alunos é intermediada (neutralizada) pelas técnicas para minimizar relações pessoais e afetivas que “denigrem” a objetividade do processo. Por trás dessas idéias está a crença da objetividade do conhecimento, em detrimento da subjetividade. O papel reservado ao professor e também aos alunos e o de não pensar. O seu pensamento já estava delimitado pela chamada razão instrumental. As técnicas didáticas são sistematizações formuladas segundo o conceitual teórico daquele que as utiliza, portanto, elas embutem em si o fundamento ideológico que as determina. (SANTOS, 1999).

A preocupação exclusiva com a formação técnico-profissional enfatiza a técnica, o saber-fazer suficiente para uma determinada profissão sem maiores questionamentos nem

aprofundamentos no conhecimento. Essas atividades estavam diretamente relacionadas com a orientação ideológica da época. Segundo Santos (1999), a preocupação com a formação técnico-profissional deve estar presente, mas não com exclusividade. Em primeiro lugar está o homem e o desenvolvimento das suas potencialidades para situar-se neste mundo aperfeiçoando o seu instrumental teórico de interpretação e acompanhamento da dinâmica social. A dicotomia teoria-prática se dá quando as autoridades, concluindo que os professores não são capazes de formular suas próprias filosofias, ou intencionalmente pretendem controlá-los retirando as discussões teóricas, elaboram os objetivos educacionais ou as "competências" a serem alcançadas. No Tecnicismo, ao professor compete fazer a contextualização imediata e não a contextualização filosófica.

Ao longo da história, a educação sempre foi atrelada aos interesses ideológicos/filosóficos. A ascensão ou declínio das teorias pedagógicas é resultado dos embates políticos nos níveis nacional e internacional. A dominação dos homens em função do macrossocial, sempre tem encontrado resistência no microssocial (professor/aluno). Capra (1999) defende que o aprofundamento do especialista através do conhecimento deve se articular com a contextualização e o macro e o micro devem estar vinculados através da relação todo/partes, destacando a necessidade de uma visão global superando as fragmentações a que estamos sujeitos.

II.3 História e Filosofia da Ciência e o Ensino de Ciências

II.3.1 Natureza da Ciência

Acevedo et al. (2005) apontam que é cada vez maior, em didática das ciências, o consenso de considerar que um dos objetivos mais importantes da educação científica é que os estudantes da educação básica adquiram uma melhor compreensão da natureza da ciência (NdC). "*Deste modo, a presença da NdC no currículo de ciências é valorizada pelos que concebem uma educação científica mais apropriada para o século XXI"*.

Para o ensino de química, nos Parâmetros Curriculares Nacionais, podemos encontrar o que se considera uma sugestão de uma nova e diferente abordagem para o ensino de química: "O aprendizado de Química pelos alunos de Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim

possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos.” (BRASIL, 2000)

Uma educação científica voltada para a formação de cidadãos tem apontado para a necessidade de incluir nos currículos de ciências o ensino acerca das ciências e não mais apenas de seus conteúdos científicos. Dessa forma, diversos autores têm defendido nos últimos anos um ensino de ciências que traga discussões sobre a inter-relação do conhecimento científico produzido em determinada época com seu respectivo contexto sócio-histórico-cultural (ALLCHIN, 2011; MARTINS, 2006; MATHEWS, 1995). Com a crescente importância da ciência e da tecnologia na vida das pessoas e nas decisões de âmbito público governamental, o mero conhecimento dos conteúdos é julgado por alguns pesquisadores insuficiente para a participação destes cidadãos na sociedade (ALLCHIN, 2011; OSBORNE et al., 2003).

Dessa forma, nos últimos anos, vem se fortalecendo a utilização de uma concepção de educação científica baseada no conhecimento sobre a ciência, denominada de “natureza da ciência” (NdC), que representaria um conjunto de visões e abordagens das questões relativas ao *modus operandi* da ciência, à sua construção social assim como também dos fatores extracientíficos que influenciam o seu desenvolvimento e que por eles são influenciados.

O professor e pesquisador McComas (2008) é um dos que defende esse ensino e define o termo natureza da ciência (NdC) como:

> Um domínio híbrido que combina aspectos de vários estudos sociais da ciência, incluindo história, filosofia e sociologia da ciência combinados com a pesquisa das ciências da cognição, como a psicologia, em uma rica descrição da ciência; como ela funciona, a forma de operar dos cientistas, enquanto um grupo social; e como a própria sociedade tanto dirige como reage aos empreendimentos científicos (MCCOMAS, 2008).

O termo natureza da ciência não se resume à definição apenas proposta por McComas (2008), na verdade, diversos grupos de pesquisa têm empreendido esforços sobre como caracterizar essa concepção de ciência e de educação científica e baseados em inúmeras pesquisas, construíram uma lista de aspectos sobre o que é ciência e como seu conhecimento é construído. Esta lista é atribuída principalmente a N. G. Lederman, J. Osborn e W. F. McComas, entretanto ela já vem sendo repensada por diversos outros pesquisadores. Segundo tais autores, os principais aspectos da NdC pode resumido da seguinte forma:

1 – A ciência produz, demanda e baseia-se em evidências empíricas;

2 – Experimentos não são o único caminho para a construção do conhecimento.

3 – A ciência é desenvolvida tanto através de processos indutivos quanto por porcessos hipotético-dedutivos.

4 – O conhecimento científico é tentativo, durável e auto-corretivo;

5 – Leis e teorias são tipos distintos de conhecimento científico;

6 – A ciência tem um componente criativo;

7 – As ideias e observações são baseados em teorias;

8 – Há influências históricas, culturais e sociais nas práticas e na direção da ciência.

O que ficou conhecido como “visão consensual” de natureza da ciência, acabou por sofrer inúmeras críticas, algumas delas, de forma contundente, por Irzik e Nola (2011) quando se referem, por exemplo, à existência de diferenças que os diversos campos do conhecimento possuem entre si. Para tais autores, algumas ciências não compartilham de características propostas desta lista consensual, por exemplo, ciências como a astronomia e a cosmologia que são muito diferentes da física e da química no que se refere ao papel que a experimentação exerce na construção do seu conhecimento. Outras críticas estão relativas às ideias de que a ciência é auto-corretiva e de que não haja um método ou uma sequência de etapas pela qual se constrói o conhecimento científico.

Allchin (2011) também faz certas críticas à lista consensual quando se refere que tais características da NdC não estaria dirigida à educação para a formação de cidadãos e para a tomada de decisões envolvendo temas científicos. O autor questiona a importância de algumas questões postas por Lederman et al. (2002) e defende que uma educação científica que segue o paradigma da lista consensual a respeito da NdC representaria apenas a adição de novos conteúdos no currículo, não contribuindo para a formação de autênticos cidadãos.

De certa forma, estas falhas ou incoerências da lista são uma consequência da falta de consenso a respeito do que é ciência. Apesar de grandes esforços, os filósofos da ciência simplesmente não foram capazes de chegar a uma definição satisfatória da ciência (ZIMAN apud OSBORNE et al, 2003). Segundo Irzik e Nola (2011) a compreensão completa a respeito das

características da ciência estaria comprometida e só seria acessível por meio de algumas aproximações.

II.3.2 - Sobre Concepções de Natureza da Ciência de Professores e Alunos

Poderíamos esperar que os professores de ciências com formação científica nas mais diversas disciplinas da área (química, física e biologia), deveriam ter se apropriado em sua formação e, portanto, estariam aptos para transmitir, uma imagem adequada do que é o conhecimento científico e como se dá a construção desse conhecimento. Porém, inúmeras pesquisas têm mostrado que tal comportamento não ocorre e que o ensino de ciências tem transmitidos diversas concepções de ciência que são aceitas pela comunidade acadêmica como inadequadas, superadas ou até mesmo equivocadas. A imagem de uma ciência empírico-indutivista é um desses exemplos. Pesquisas apontam que essa é uma das visões mais comumente transmitidas pelos professores nos dias de hoje mesmo já sendo considerada muito distante de como compreendemos a construção e a forma como se produzem os conhecimentos científicos (GIL-PEREZ et al., 2001).

A coincidência entre a imagem empírico-indutivista que os professores costumam ter sobre a ciência e a imagem que é transmitida pelos meios de comunicação, em geral, e a publicidade, em particular, permite-nos conjecturar que as visões que os professores apresentam (e aquelas que são proporcionadas pelos livros-texto), não se afastam muito do que poderíamos denominar de uma imagem "*folk*", "*naif*" ou popular, socialmente aceita da ciência. Uma vez que a educação científica, tanto de nível médio como a superior, se reduziu basicamente ao ensino de conhecimentos científicos previamente elaborados e prontos, sem dar a oportunidade aos estudantes de ter um contato mais direto com as atividades características das atividades científicas, espera-se que essa imagem popular da ciência, persista inclusive entre os professores influenciando negativamente o ensino de ciências. Por isso a importância de estudos centrados em detectar a presença e a extensão das visões deformadas da ciência que podem constituir um obstáculo na aprendizagem (FERNANDEZ et al., 2002).

Dessa forma, passou-se a considerar importante fazer investigações sobre as concepções dos professores sobre a natureza da ciência, iniciando-se décadas atrás, em um primeiro momento apenas destacando as discrepâncias entre a visão da ciência aceita pela epistemologia contemporânea e certas concepções docentes marcadas por um empirismo e indutivismo

ingênuos (GIL-PEREZ, 1983; HODSON, 1985; NUSSBAUM, 1989). Somente ao final dos anos oitenta do século vinte, as pesquisas em torno das concepções dos docentes a cerca da ciência e do ensino de ciências, passa a se tornar uma poderosa linha de investigação com um número crescente de artigos, dissertações e teses de doutorado e trabalhos importantes como o volume editado por McComas, em 1998, com o título “A natureza da ciência no ensino de ciências”. Décadas atrás, já havia iniciado investigações sobre.

Com os primeiros resultados, surge na comunidade científica, de forma em grande parte consensual, a necessidade de se modificar a epistemologia “espontânea” desses professores, uma vez que a mesma pode constituir um obstáculo capaz de bloquear as tentativas de renovação da educação científica. Já em uma época em que se defende uma renovação da educação científica, Bell e Pearson (1992 apud FERNANDEZ et al., 2002) expressaram enfaticamente a influência da epistemologia dos professores para tal transformação: “*começamos a compreender que, se queremos mudar o que professores e alunos fazem nas aulas de ciências, é necessário previamente modificar a epistemologia dos professores.*”

O interesse de estudos sobre as concepções docentes de natureza da ciência está embasado na crença de que essas concepções incluem reducionismos e deformações que podem trazer sérios obstáculos para uma correta orientação do ensino de ciências. Uma visão individualista e elitista da ciência, por exemplo, apóia implicitamente a ideia empirista de “descobrimento” e contribui, além disse a uma leitura descontextualizada, socialmente neutra da atividade. Pode-se supor que, por exemplo, se assumirmos uma posição individualista da atividade científica, dificilmente nós professores concederemos ao trabalho coletivo o papel que ele merece na construção do conhecimento científico (FERNANDEZ et al., 2002).

Preocupando-nos com as deformações que envolvem as visões dos professores sobre ciência e a necessidade de melhorar tais deformações, uma questão sobre natureza da ciência precisa ser pensada a priori: Devido às muitas divergências que existem na filosofia da ciência, é possível realmente falar em uma concepção adequada de ciência?

Segundo El-Hani (2006), apesar da natureza multifacetada, complexa e dinâmica do trabalho científico e de suas análises filosóficas, apesar das controvérsias que existem sobre a natureza da construção do conhecimento científico que vêm sendo ainda construídas nas últimas décadas, podemos assumir que é possível derivar alguns pontos de concordância, de consenso, entre teorias sobre as ciências que discordam em muitos outros pontos, de modo que possamos ter uma noção mais clara sobre o que comporia uma visão aceitável da prática científica. Defende-

se em muitos aspectos a tese de que, apesar das controvérsias, há um certo grau de consenso na epistemologia da ciência que pode ser ensinado a professores e estudantes sobre natureza da ciência.

McComas (1998) e Gi-Perez et al. (2001) apresentam sínteses de ideias largamente aceitas sobre a natureza da ciência que se mostram bastante úteis. No trabalho de McComas et al. (1998), foram examinados oito documentos curriculares internacionais para elaborar uma lista de tópicos que estes documentos consideram importantes para a construção de uma concepção de ciência adequada por estudantes, dentre os quais mencionamos alguns deles a seguir: (GIL-PEREZ et al., 2001).

(a) O conhecimento científico, embora robusto, tem uma natureza conjectural.

(b) O conhecimento científico depende fortemente, mas não inteiramente, da observação, da evidência experimental, de argumentos e do ceticismo.

(c) Não há maneira única de fazer ciência, isto é, não há um método científico universal, a ser seguido rigidamente.

(d) A ciência é uma tentativa de explicar fenômenos naturais.

(e) Leis e teorias cumprem papéis distintos na ciência.

(f) Pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência.

(g) Observações são dependentes de teorias, de modo que não faz sentido pensar-se em uma coleta de dados livre de influências e expectativas teóricas.

(h) A ciência é parte de tradições sociais e culturais.

(i) Ideias científicas são afetadas pelo meio social e histórico no qual são construídas.

Já o importante trabalho de Gil-Perez et al. (2001), caracteriza uma visão aceitável do trabalho científico a partir da identificação de pontos de concordância entre filósofos da ciência, pesquisadores e professores acerca de ideias que devem ser evitadas e da detecção de teses compartilhadas por posições epistemológicas defendidas por diferentes filósofos da ciência, como Popper, Kuhn, Bunge, Toulmin, Lakatos, Laudan e Giere. Entre as ideias que devem ser evitadas, os autores fazem menção às seguintes:

(a) Uma concepção empírico-indutivista e ateórica, na qual a observação e a experimentação são entendidas como atividades neutras, independentes de compromissos teóricos, deixando-se de lado o papel de teorias e hipóteses como orientadoras da investigação.

(b) Uma visão rígida, algorítmica, exata da prática científica, que se resumiria ao emprego de um suposto “método científico”, entendido como um conjunto de etapas que devem ser seguidas mecanicamente.

(c) Uma visão aproblemtática e ahistórica, dogmática e fechada, da ciência, relacionada ao ensino como uma retórica de conclusões, buscando-se transmitir aos alunos conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas dos quais eles se originaram, as dificuldades encontradas em sua solução, as possibilidades e limitações do conhecimento científico etc.

(d) Uma visão exclusivamente analítica da ciência, favorecendo uma posição epistemológica reducionista, que considera o conhecimento das partes não somente necessário, mas também suficiente para a compreensão do todo.

(e) Uma visão cumulativa, na qual o crescimento do conhecimento científico é visto como um processo linear, ignorando-se as crises e as revoluções científicas.

(f) Uma visão individualista e elitista da ciência, na qual o conhecimento científico é visto como a obra de gênios isolados, perdendo-se de vista a natureza cooperativa do trabalho científico.

(g) Uma visão socialmente neutra, descontextualizada, da ciência, que não tem na devida conta as relações entre ciência, tecnologia e sociedade

As características essenciais do trabalho científico, identificadas por Gil-Pérez et al. (2001) a partir de ideias comuns a perspectivas epistemológicas distintas, incluem:

(a) O reconhecimento de que existe uma variedade de métodos empregados pelas diversas ciências, admitindo-se um pluralismo metodológico.

(b) A rejeição de uma visão empírico-indutivista, aceitando-se a dependência teórica da observação e enfatizando-se o papel das teorias na atividade científica e a natureza não-linear do crescimento do conhecimento científico.

(c) O reconhecimento do papel das hipóteses na prática científica, sendo estas entendidas como tentativas de respostas a problemas formulados cientificamente, que devem ser submetidas a testes rigorosos, mas jamais serão estabelecidas de maneira absoluta. Deve-se compreender, assim, a natureza conjectural do conhecimento, evitando-se concepções epistemológicas absolutistas.

(d) O entendimento de que a busca de coerência global, sistematização e unificação dos conhecimentos científicos constitui um aspecto central de todas as ciências.

(e) o reconhecimento e a compreensão do caráter social da atividade científica.

As pesquisas acerca das concepções de estudantes sobre a natureza da ciência, a despeito da variação na metodologia, chegaram, todas, a resultados semelhantes, demonstrando que os estudantes em geral apresentam concepções inadequadas sobre a natureza da ciência, assim como os professores. Entre as concepções inadequadas frequentemente encontradas, até mesmo muito similares àquelas encontradas em pesquisas realizadas com docentes, podemos citar: a compreensão do conhecimento científico como verdade absoluta; uma visão empírico-indutivista da ciência; a ignorância do papel da criatividade e da imaginação na produção do conhecimento científico; a falta de compreensão das noções de fato, evidência, observação, experimentação, modelos, leis e teorias, bem como de suas interrelações e etc (AIKENHEAD, 1973; LEDERMAN, 1992; LEDERMAN et al., 1998; ABD-EL-KHALICK & LEDERMAN, 2000 apud GIL-PÉREZ et al. 2001).

Muitas intervenções visando o aprimoramento das concepções epistemológicas de professores pressupunham que essas concepções seriam transferidas de modo direto para as suas práticas pedagógicas (LEDERMAN, 1992). Entretanto, esses pressupostos foram colocados em questão por pesquisadores que se dedicaram à investigação das relações entre concepções de professores, prática pedagógica e concepções de estudantes. Conclui-se que a posse de concepções adequadas sobre a natureza da ciência pelo professor é uma condição necessária, mas não suficiente, para a melhoria das concepções epistemológicas dos estudantes. Isso não diminui, contudo, a importância de se indentificar tais concepções e intervir sobre elas. É importante salientar que, mesmo em situações nas quais não há clareza sobre a relação entre as concepções epistemológicas de professores e sua prática pedagógica, é bastante provável que os estudantes estejam aprendendo sobre a natureza da ciência, de modo tácito e acrítico, através do currículo oculto (GIL-PEREZ et al., 2001).

Segundo Hodson (1985), subjacente a qualquer situação de ensino sempre há uma concepção epistemológica nem sempre explicitada e muitas vezes assumida tácita e acriticamente. Uma análise dos textos de Ciências na escola é capaz de revelar a concepção epistemológica que é, de maneira quase exclusiva, o chamado empirismo-indutivismo (HODSON, 1985; SILVEIRA, 1992). Segundo os autores:

> As concepções docentes sobre a natureza da ciência e a construção do conhecimento científico seriam, pois, expressões dessa visão comum, que nós os professores de ciências aceitaríamos implicitamente devido à falta de reflexão crítica e a uma educação científica que se limita, com freqüência, a uma simples transmissão de conhecimentos já elaborados. Deste modo, a imagem da ciência que adquirimos os docentes não se diferenciaria significativamente da que pode expressar qualquer cidadão, e resulta muito afastada das concepções atuais sobre a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico.

II.3.3 - História e Filosofia da Ciência

Segundo Braga et al. (2012), no interior das discussões sobre a existência de uma possível Natureza da Ciência, as relações entre teoria e experimentação sempre foram motivo de controvérsias. Duas vertentes epistemológicas, empirismo e racionalismo, vêm mantendo um diálogo histórico ao longo de séculos, e a relevância da experimentação na construção do conhecimento científico sempre foi uma temática central desses debates.

Na Grécia antiga, há mais de 2.300 anos, Aristóteles defendia a experiência quando afirmava que "*quem possua a noção sem a experiência, e conheça o universal ignorando o particular nele contido, enganar-se-á muitas vezes no tratamento*" (Aristóteles, 1979). Acreditava-se no caráter particular da experiência como elemento fundamental para se alcançar um conhecimento universal. Segundo Giordan (1999), o pensamento aristotélico marcou presença por toda a Idade Média entre aqueles que se propunham exercitar o entendimento sobre os fenômenos da natureza. O acesso ao plano dos fenômenos ocorria através dos sentidos elementares do ser humano, que orientavam seu pensamento por meio de uma relação natural com o fenômeno particular. Na ausência de instrumentos inanimados de medição, a observação — numa dimensão empírica — era o principal mediador entre o sujeito e o fenômeno. Aliada à lógica — numa dimensão teórica —, a observação natural sustentou na sua base empírica a metafísica no exercício de compreensão da natureza.

A partir do século XVII, a experimentação ocupou um papel crucial na consolidação das ciências naturais, uma vez que as leis formuladas deveriam passar pelo teste rigoroso dos

experimentos propostos, considerando uma sequência lógica de formulação de hipóteses e sua verificação experimental. Nesse período ainda se apresentava uma estreita relação da natureza e do homem com o divino que estavam fortemente impregnadas pelo senso comum, entretanto iniciou-se um processo de ruptura com essas práticas de investigação vigentes. A experimentação passou a ocupar 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. (GIORDAN, 1999).

Estabelecido um problema, o cientista ocupa-se em efetuar alguns experimentos que o levem 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, ambosderivados do estágio de experimentação, permite a formulação de enunciados mais genéricos que podem adquirir a força de leis ou teorias, dependendo do grau de abrangênciado problema em estudo e do número de experimentos concordantes. Esse processo de formular enunciados gerais à custa de observações e coleta de dados sobre o particular, contextualizado no experimento, é conhecido como indução. (GIORDAN, 1999).

O método descrito por Francis Bacon fundamenta a chamada ciência indutivista, que em suas palavras se resume a:

> Só há e só pode haver duas vias para a investigação e para a descoberta da verdade. Uma que consiste em saltar das sensações e das coisas particulares aos axiomas mais gerais e, a seguir, em se descobrirem os axiomas intermediários a partir desses princípios e de sua inamovível verdade. E outra, que recolhe os axiomas dos dados dos sentidos e particulares, ascendendo contínua e gradualmente até alcançar, em último lugar, os princípios de máxima generalidade. Esse é o verdadeiro caminho, porém ainda não instaurado (BACON, 1988, p. 16).

Francis Bacon (1561-1626) é o fundador de uma das mais influentes escolas filosóficas do período moderno, o Empirismo. Assim como Descartes, Bacon também se interessava pelas questões que envolviam uma profunda investigação sobre as capacidades humanas de conhecer. No entanto, para Bacon, esta atividade especialmente humana, que é a de se indagar sobre as fronteiras do conhecimento, tem um fim bastante preciso. Para ele necessitamos conhecer o que nos rodeia, a Natureza, para a dominar e retirar dela os seus frutos. Este filósofo parte do princípio de que o mundo é composto por partículas materiais que variam apenas na posição e no tamanho. Estas partículas, assim como acreditavam os filósofos atomistas, se unem na composição da matéria.

O que hoje conhecemos como “o método científico” escolar, ou seja, aquele que sintetiza os preceitos da ciência moderna e é ensinado como “o método científico” nas escolas possui significativa contribuição do pensamento de Francis Bacon. Este autor, conhecido por desenvolver a visão empírica do mundo, acreditava que o conhecimento científico se constituiria a partir da observação através da indução, ou seja, do particular para o geral, dos fatos às teorias. Sua metodologia baseava-se na coleta de informações sobre o fenômeno a ser observado, na sua sistematização e na sua análise em busca de similaridades e recorrências. Essa metodologia pode ser observada no método científico tradicional desde o século XVII até o século XX. (BARBOSA, 2010, p.36)

Críticos, como David Hume (1711-1776), já contestavam o método indutivo, uma vez que considerava a repetição sistemática e regular de um fenômeno não implicaria na sua ocorrência no futuro. Como se justifica a passagem dos enunciados observacionais para os enunciados universais? *"Qual é o fundamento de todas as conclusões a partir da experiência?"* (HUME apud SILVEIRA E OSTERMAN, 2002). David Hume, filósofo empirista escocês, negou haver justificativa para a indução: *"Mesmo após observar freqüentemente a constante conjunção de objetos, não temos razão para tirar qualquer inferência concernente a qualquer outro objeto que não aqueles com que tivemos experiência"* (HUME apud POPPER, 1993, p.421). *"Que o sol não se há de levantar amanhã, não é uma proposição menos inteligível e não implica maior contradição, do que a afirmação de que ele se levantará"* (HUME apud SILVEIRA E OSTERMAN, 2002)

Entretanto, apesar de críticas ao modelo empírico-indutivista de Bacon, Hume também contribuiu para fortalecer o empirismo, já que acreditava que somente a através da experiência seria possível estabelecer leis naturais. (BARBOSA, 2010, p.36)

No pensamento indutivista, não há lugar para a contradição, ou seja, as evidências empíricas devem todas concordar com os enunciados genéricos. Ainda preocupado em formular uma metodologia científica precisa, René Descartes (1596-1650) impôs à experimentação um novo papel, diverso do proposto 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 (GIORDAN, 1999).

Descartes em seu famoso livro “O Discurso do Método” (1980) propõe uma inversão para o fazer ciência, comparando-se com aquela feita por Bacon, pois não é mais o acúmulo de evidências particulares que fortalece o enunciado geral, a lei, a teoria

> Percebi (...), no que concerne às experiências, que estas são tanto mais necessárias quanto mais adiantado se está em conhecimentos. (...) Primeiramente, tentei descobrir, em geral, os princípios ou causas primitivas de tudo o que é ou que pode ser no mundo .(...) Depois, examinei quais eram os primeiros e mais comuns efeitos que podiam ser deduzidos de tais causas. (...) Após isso, quis descer às mais particulares (DESCARTES, 1980)

Cumpre destacar a característica de controle que a experimentação passa a exercer com a transformação do pensamento científico. Esse controle, exercido sobre as variáveis inerentes ao fenômeno em estudo, subsidia a prática empírica de adotar a precisão da medida da variável como critério mais adequado de julgamento do fenômeno, que durante o advento da fase racionalista da ciência passa a ocupar o lugar da prática aristotélica de privilegiar os sentidos na abordagem do fenômeno. O empirismo avança para a compreensão do fenômeno à medida que abstrai os sentidos e se apóia em medidas instrumentais mais precisas, passíveis de reprodução extemporânea. O ataque à filosofia aristotélica no século XVII é completado por Galileu, que atribui à experimentação um papel central no fazer ciência, o de legitimadora. Esses três pensadores são considerados fundadores da ciência moderna, fundamentalmente por terem combatido o pensamento aristotélico, no qual a experiência tinha base na observação natural, mas também por terem contribuído para a estruturação do que ficou conhecido como “método científico”, pelo qual a experiência é planificada com base num estratagema racional (GIORDAN, 1999).

Novas facetas desse debate ganharam forma ao longo do século XIX e início do XX, tanto no pensamento de Comte como no positivismo lógico dos círculos de Viena e Berlin. Todas essas correntes colocaram os dados experimentais como único fundamento seguro, não metafísico, e o processo de sua justificação lógica como cerne do processo de construção do conhecimento científico. Nesse contexto, o laboratório ganhou um papel muito específico: o de *locus* de coleta dos dados, base para obtenção do conhecimento. (BRAGA et al., 2012).

Augusto Comte(1798-1857) (1983, p.8) retoma algumas ideias fundamentais em seu *Curso de filosofia positiva*:

> “...indicarei a data do grande movimento impresso ao espírito humano (...), pela ação combinada dos preceitos de Bacon, das concepções de Descartes e das descobertas de Galileu, como o momento em que o espírito da filosofia positiva começou a pronunciar-se no mundo.” (COMTE, 1983, p.8).

De acordo com Borges (1996, p.23), o empirismo e a indução teriam contribuído para constituir as bases para o positivismo no início do século XX. O conhecimento científico sob uma perspectiva positivista se apresentaria com as seguintes características: objetivo, confiável, metódico, preciso, perfectível, progressivo, cumulativo, desinteressado, impessoal, útil, necessário,

racional, empírico, hipotético, explicativo e prospectivo, uma vez que possui a capacidade de antecipar ou prever fatos. Tal perspectiva teria elaborado uma visão idealizada do conhecimento científico, através do estabelecimento dos *"passos do método experimental"*: observação dos fatos, formulação de hipóteses, experimentação e estabelecimento de leis.

> O positivismo lógico representa, assim, o apogeu da dogmatização da ciência, isto é, de uma concepção de ciência que vê nesta o aparelho privilegiado da representação de mundo, sem outros fundamentos que não as proposições básicas sobre a coincidência entre a linguagem unívoca da ciência e a experiência ou observação imediata, sem outros limites que não os que resultam do estágio de desenvolvimento dos instrumentos experimentais ou lógico-dedutivos.(SANTOS, 1989, p.22)

Auguste Comte, ao desprezar a teologia e a metafísica, refuta o exercício da busca das causas geradoras dos fenômenos, por acreditar que somente a experimentação pode oferecer a medida de força para as explicações positivas. Priorizando analisar com exatidão as circunstâncias da produção de explicações positivas, Comte adota o rigor empírico como fundamento da prática científica e propõe vincular essas explicações, mediante relações normais de sucessão e similitude (COMTE, 1983, p.7).

As idéias positivistas influenciaram e ainda influenciam práticas pedagógicas na área de ensino de ciências, sustentadas pela aplicação do "método científico". Saber selecionar e hierarquizar variáveis segundo critérios de pertinência para a compreensão dos fenômenos, controlar e prever seus efeitos sobre os eventos experimentais, encadear logicamente seqüências de dados extraídos de experimentos são consideradas, na visão positivista, competências de extremo valor para a educação científica do aluno (GIORDAN, 1999).

A experimentação exerce a função não só de instrumento para o desenvolvimento dessas competências, mas também de veículo legitimador do conhecimento científico, na medida em que os dados extraídos dos experimentos constituíam a palavra final sobre o entendimento do fenômeno em causa. Parece ter sido o desenvolvimento dessas competências o principal objetivo da experimentação no ensino de ciências, e de química em particular, até o final da década de 60, quando os programas de educação científica recebiam uma forte influência do pensamento lógico-positivista e comportamentalista. Tratava-se de aplicar as etapas supostas do método científico nas salas de aula, confiando que a aprendizagem ocorreria pela transmissão dessas etapas ao aluno, que indutivamente assimilaria o conhecimento subjacente (GIORDAN, 1999).

A partir da década de 60 do século XX, com a crítica à *Concepção Herdada*, os filósofos da ciência procuraram encontrar novos caminhos. Na obra de autores tão diversos como Popper

(1975; 1980) e Kuhn (1980), a teoria passa a ter papel preponderante, obtendo independência em relação à experimentação. O laboratório deixou de ser o espaço para obtenção da única fonte segura de conhecimento e transformou-se no lugar onde a natureza seria inquerida, forçada a falar sobre a veracidade da teoria. Os próprios artefatos e processos experimentais estariam impregnados pela teoria que visavam a confirmar ou refutar. Todas essas visões deram à experimentação um papel secundário no contexto da construção do conhecimento científico (BRAGA et al., 2012).

Nos trabalhos de vários epistemólogos e historiadores da ciência, a concepção empírico-indutivista de ciência começou a ser mais fortemente questionada. As críticas contemporâneas à visão empírico-indutivista de ciência acumulam-se e permitem reconhecer, entre os diversos filósofos e historiadores da ciência, um núcleo comum. A inseparabilidade entre pressupostos teóricos e observações foi sustentada de maneira convincente por, entre outros, Popper (1975), Kuhn (1978), Laudan (1941), Hanson (1979) e Feyerabend (1993), como veremos a seguir:

Karl Popper foi um crítico ao positivismo. Sua ação acerca da natureza da ciência era contrária à indução, porém favorável ao caráter racional da metodologia científica. Entretanto, ao promover uma saída para o *"problema de Hume"* através do critério da falsificabilidade, Popper acabara contribuindo com o positivismo. Popper demonstrou, a partir de uma contundente argumentação, que a indução não se sustenta logicamente. Popper acumulou argumentos lógicos, psicológicos e históricos contra o chamado método indutivo (método que permite a partir de observações e resultados experimentais obter as leis, as teorias científicas), enfatizando que "as nossas teorias são nossas invenções, nossas idéias — não se impõem a nós, são instrumentos que fabricamos" (POPPER, 1982, p.144). Quando um cientista cria uma teoria, não o faz sempre inspirado por observações; pode buscar inspiração em qualquer fonte, inclusive na metafísica. Assim como Popper, Chalmers (1997) criticou duramente a visão empírico-indutivista de ciência, negando a possibilidade de justificar-se o princípio da indução, e combateu a chamada concepção popular de observação, na qual as experiências visuais estariam determinadas unicamente por imagens formadas na retina.

Kuhn defendeu que uma comunidade científica, ao estabelecer um paradigma, assume também um critério para a escolha de problemas que, enquanto o paradigma for aceito, podem ser considerados como passíveis de uma solução (OSTERMANN, 1996). Para Thomas Kuhn, os cientistas de uma determinada época tendem à mesma visão de mundo, ou seja, compartilham o mesmo paradigma. Para este autor, *"a substituição de um paradigma por outro se assemelhava a uma 'conversão religiosa', ou a uma mudança gestáltica, possibilitada pela propaganda e pela capacidade de persuasão de uma determinada comunidade científica"* (WORTMAN apud

BARBOSA, 2010). Kuhn classifica os períodos de crise que intercalam os períodos de ciência normal como *"revoluções científicas"* (KUHN, 1978, p.125). Dessa maneira, quando os cientistas se deparam com fenômenos incapazes de serem justificados pelos critérios existentes na ciência normal se constituiria um período de revolução onde os cientistas deslocariam seus esforços para solucionar determinados problemas que a teoria anterior não resolvia (anomalias) com novas teorias.

Gaston Bachelard, em o *Étude sur l'Évolution d'um Probléme de Physique, la Propagation Thermique dans les solides* (1928) e *Le Nouvel Esprit Scientifique* (1934), daria início ao que atualmente é denominado de racionalismo dialético. Defendia a tese da filosofia do inexato, na qual nem tudo que se conhece pode ser medido, além de ser contrária a tendência de se fragmentar a realidade ao estudá-la. Para Bachelard, a ciência não acumula inovações e sim as sistematiza e as coordena. Além disso, a ciência não descobriria nada e sim sistematizaria melhor a realidade num processo de modificação contínua de atos epistemológicos (BORGES, 1986, p.29).

Laudan (1977), ao considerar que a ciência é, em essência, uma atividade de resolução de problemas, propôs que para avaliar os méritos das teorias científicas é mais importante perguntar se constituem soluções adequadas a problemas relevantes, do que perguntar se são *"verdadeiras"*, se estão *"corroboradas"* e *"bem confirmadas"*. Koyré (1986) desenvolveu a idéia de que Galileu não recorreu a experiências, como a historiografia empirista relatava; ele argumentou que houve uma tendência exagerada em se acreditar que o físico italiano *"descobriu"* seus principais esquemas teóricos graças à observação e à experiência. Bunge (1973) atacou a concepção empirista na versão por ele intitulada de *"Credo do Físico Inocente"* (SILVEIRA; OSTERMAN, 2002).

No século XX, conforme notamos, vários epistemólogos, historiadores da ciência e cientistas negaram que o conhecimento científico possa ser derivado apenas de observações. Einstein reconheceu, em suas notas autobiográficas, que na formulação da Teoria da Relatividade andou por caminhos muito distantes daqueles apontados pelos empiristas, considerando como prejudicial a concepção que "*consiste em acreditar que os fatos podem e devem fornecer, por si mesmos, conhecimento científico, sem uma construção conceptual livre*" (Einstein, 1982, p. 52). Ele foi explícito em relação à insuficiência do programa empirista quando assim se pronunciou:

> Sabemos agora que a ciência não pode se desenvolver apenas a partir do empirismo; nas construções da ciência, precisamos da invenção livre, que só a posteriori pode ser confrontada com a experiência para se conhecer sua utilidade.

> Este fato pode ter escapado às gerações anteriores, para as quais a criação teórica parecia desenvolver-se indutivamente a partir do empirismo, sem a criativa influência de uma livre construção de conceitos. (Einstein apud Pais, 1995, p. 14) (SILVEIRA E OSTERMAN, 2002).

Citamos diversos exemplos de como os historiadores, cientistas e filósofos, contemporâneos da ciência têm se colocado contrários à visão empírico-indutivista da construção do conhecimento científico. Entretanto, Matthews (1995) ressalta que somente na década de 90 do século 20, inicia-se uma aproximação entre o Ensino de Ciências e a história e a filosofia da ciência. O autor constata que essa interação se deu de formas distitntas: a inclusão de componentes de História e Filosofia da Ciência (HFC) em vários currículos nacionais; a inspiração para reformas curriculares; o paralelismo que pode se estabelecer com a psicologia da aprendizagem; o reconhecimento do papel da idealização em ciência; e a sua importância na formação de professores (MATTHEWS, 1990).

Se considerarmos a pluralidade das concepções de ciência e de conhecimento científico mencionadas neste capítulo e o contexto histórico das mudanças paradigmáticas que as envolvem, verifica-se a imensa necessidade de aprofundarmos as pesquisas acerca da presença e da forma como ocorrem essas discussões no decorrer dos cursos de ciências exatas. É de grande relevância compreender a forma com que essas mudanças paradigmáticas estariam se refletindo tanto no currículo de ciências quanto nas próprias visões sobre o conhecimento científico que estão sendo apropriados pelos professores em sua formação e estão sendo transmitidos pelos professores de ciências em sua prática pedagógica.

Capítulo III - Metodologia

Neste capítulo apresento o cenário da pesquisa situando o leitor quanto ao campo no qual o estudo foi realizado e as razões que levaram a escolha da metodologia adotada. Dessa forma, descreverei o cenário da pesquisa composto pelos sujeitos e o contexto escolar do qual fazem parte, as diferentes fontes de coleta dos dados, a metodologia de análise dos dados coletados, assim como a importância da triangulação dos dados coletados.

III.1 - Cenários da Pesquisa

A presente pesquisa é apoiada pelas análises de três fontes de dados: (a) as repostas de dez professores de química que lecionam em cursos de ensino médio profissional a um questionário com três perguntas sobre objetivos e possíveis abordagens das suas aulas experimentais, (b) as respostas de 15 alunos de uma mesma turma do ensino médio profissional, da mesma instituição dos professores, a um questionário com três perguntas sobre objetivos e percepções das aulas experimentais de química e (c) os procedimentos/roteiros de 10 aulas experimentais que fazem parte das disciplinas de físico-química 1 e físico-química 2 complementados com contribuições de relatos de experiência da professora-pesquisadora e autora dessa investigação, professora de físico-química da instituição há 10 anos.

A instituição pesquisada é o Instituto Federal do Rio de Janeiro que faz parte da rede federal de ensino brasileiro e possui, atualmente, onze campi, lotados em diversos municípios, com previsão de expansão para novas unidades nos próximos anos. A maioria dos campi possui cursos técnicos integrados ao nível médio de ensino, além de outros cursos como a educação de jovens e adultos, os cursos superiores, como bacharelados, tecnólogos e licenciaturas, e os cursos de pós-graduação. A duração dos cursos de ensino técnico integrados ao ensino médio (ensino médio profissional) na instituição é de quatro anos, divididos em oito semestres, com currículos e grades iguais em todos os campi que ofertem o mesmo curso.

Como foi descrito mais detalhadamente no capítulo 2 dessa dissertação, a instituição de ensino pesquisada tem décadas de tradição na formação de técnicos em química e áreas afins e já passou por diversas mudanças, políticas, administrativas e pedagógicas, sendo a mais recente, e talvez umas das mais profundas, a sua transformação em Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, que permitiu a sua expansão tanto do ponto de vista territorial,

com a abertura de novos campi em diversos municípios, como do ponto de vista pedagógico, com a ampliação do número de cursos, profundas modificações nas estruturas dos cursos existentes há décadas e a diversificação dos níveis de ensino ofertados à população.

Os dez professores que fizeram parte dessa pesquisa são professores de química do quadro oficial da instituição (professores efetivos) que lecionam no ensino médio profissional em quatro diferentes campi: Duque de Caxias, Nilópolis, Rio de Janeiro e São Gonçalo. Nesses quatro campi, encontra-se o curso técnico de química integrado ao ensino médio, um dos cursos do Instituto de maior tradição e reconhecimento na sociedade e, mais especificamente, no mercado de trabalho e, por isso, concentram a maior parte dos professores de química. O campus Rio de Janeiro é o campus que concentra o maior número de turmas de ensino médio profissional, seguido por Nilópolis. Esse campus é a unidade mais antiga da instituição, pois foi a sua origem, que na década de 40 do século XX, deu início a sua história como Escola Técnica Federal de Química e, por isso, tem o curso de química mais antigo do instituto e professores da área com forte elo com a instituição.

Nessa instituição, os professores de química costumam lecionar disciplinas específicas de acordo com sua área de formação e concurso realizado. Assim, tais professores são divididos em grupos (coordenações) de acordo com as disciplinas que lecionam como: química geral e inorgânica, química orgânica, físico-química, química qualitativa, química quantitativa e análise instrumental. Os dez professores que fizeram parte desta pesquisa estão distribuídos de forma equilibrada entre essas subáreas.

Devido à tradição da instituição no ensino de química e à importância e reconhecimento do antigo ensino técnico, todos os quatro campi apresentam ambientes tecnológicos e laboratórios disponíveis tanto para ensino quanto para pesquisa de forma bem incomum se comparado com a realidade das demais escolas do Brasil. Como exemplo, o campus Rio de Janeiro chega a dispor de mais de 20 laboratórios e/ou ambientes tecnológicos disponíveis que são distribuídos por suas disciplinas, de forma muito similar ao que ocorre nos cursos de ciências exatas das universidades. Dessa forma, contamos com laboratórios, amplos e bem equipados, com boa estrutura de manutenção, reagentes, equipamentos e vidrarias exclusivamente para cada disciplina de química. De forma geral, não há qualquer dificuldade, tanto estrutural quanto administrativa, para realização de atividades experimentais em laboratório, uma vez que as mesmas são bem vistas e muito valorizadas tanto pelo corpo docente como pela coordenação e direção desses campi e da instituição como um todo.

Todas as disciplinas de química são teórico-experimentais apresentando uma considerável parcela de sua carga horária disponível para aulas realizadas em laboratório com fins didáticos. A razão aula teórica/aula experimental varia entre as disciplinas de química, entretanto, em alguns casos, podem apresentar quase a totalidade de aulas realizadas em laboratórios desenvolvendo um grande número de experimentos ao final do semestre. Em geral, os experimentos são elaborados e complexos e tomam de 2 a 4 horas no laboratório.

Os estudantes que fizeram parte dessa investigação são todos de uma mesma turma do curso técnico de farmácia integrado ao ensino médio do quarto semestre, ou seja, final do segundo ano do campus Rio de Janeiro. Apesar de já fazerem parte do curso de farmácia, no segundo ano ainda não apresentam grade curricular específica desse curso. Todos os cursos de ensino médio-técnico da instituição apresentam a mesma grade curricular nos dois primeiros anos, cursando assim as mesmas disciplinas. As disciplinas específicas de cada curso aparecem somente no terceiro e quarto anos do ensino médio.

Selecionamos as disciplinas de físico-química 1 e 2 para analisar seus procedimentos/roteiros de laboratório uma vez que a autora dessa investigação também é professora dessas disciplinas há dez anos e poderia contribuir complementando com relatos que descrevam de forma mais detalhada suas etapas de realização e estratégias pedagógicas. Essas disciplinas são cursadas pelos estudantes durante o segundo ano do ensino médio-técnico que equivale ao terceiro e quarto semestres na instituição. Tais roteiros estão disponíveis, de forma física e on-line, em apostilas construídas por professores dessas disciplinas ao longo das últimas décadas sofrendo pequenas e irrelevantes variações nos procedimentos nos últimos anos. São realizados, em média, cinco experimentos em cada disciplina de físico-química em laboratórios exclusivos para essa disciplina. Essas aulas de laboratório didático em geral envolvem atividades bem elaboradas que levam cerca de três horas para serem realizadas. Nas disciplinas de físico-química, ocorre aproximadamente uma aula experimental por mês, ou seja, uma aula experimental a cada três semanas, o que equivale, aproximadamente, a vinte e cinco por cento da carga horária das disciplinas.

A professora autora dessa dissertação também faz parte do quadro efetivo da instituição de ensino pesquisada como professora de físico-química há 10 anos no campus Rio de Janeiro. Já lecionou nas disciplinas de físico-química 1 e 2 em todas os cursos de ensino médio-técnico e superior do campus e faz parte do grupo de 8 professores que compõem a disciplina dentre, aproximadamente, 60 professores de química de um total de cerca de 225 professores que compõem o quadro docente do campus Rio de Janeiro. Os professores de química correspondem

cerca de 25% de todos os professores do campus, o que vem a demonstrar a grande influência nas decisões administrativas e pedagógicas desses docentes no campus e na instituição como um todo.

III.2 - Metodologias de Pesquisa em Educação em Ciências

Decidimos que seria mais adequado e que conseguiríamos produzir maior conhecimento sobre o discurso dos sujeitos nesta investigação se fizéssemos uso da pesquisa qualitativa do tipo descritiva, através do método de Estudo de Caso como estratégia geral de pesquisa. Fundamentamos a análise dos dados coletados de acordo com os referenciais teóricos descritos no capítulo a seguir e, através da revisão bibliográfica empreendida sobre pesquisa qualitativa em educação em ciências, decidimos empregar a análise textual discursiva como técnica de análise dos textos produzidos pelos sujeitos nos questionários e para os textos dos roteiros dos procedimentos das atividades experimentais.

Segundo um estudo, realizado por Santos e Greca (2013), que levantou as características das pesquisas em ensino de ciências na América Latina entre os anos de 2000 e 2009, constatou-se que a área encontra-se sob forte influência do que tem sido produzido nos países de língua inglesa e, no que diz respeito às metodologias dessas pesquisas, observa-se que houve uma maior ênfase nos métodos qualitativos nos últimos anos. Segundo os autores, a pesquisa em ensino de ciências tem direcionado suas atenções para o papel dos sujeitos no ensino e na aprendizagem. Uma indicação deste comportamento é que em tais pesquisas tem diminuído consideravelmente o uso de testes estatísticos e aumentado as descrições etnográficas e os ciclos interativos de observações e de comportamentos complexos.

Em 2004, os editores das principais revistas internacionais já apontavam que uma mudança metodológica já estaria ocorrendo. Os estudos quantitativos, que usavam a estatística inferencial, foram sendo substituídos por estudos qualitativos. A abordagem qualitativa vem sendo caracterizada pela vantagem de facilitar a compreensão de uma dada situação educacional em vez da simples manipulação de variáveis. Uma indicação dessa mudança metodológica tem sido o número de artigos publicados apresentando abordagens quantitativas. Nas cinco principais revistas em língua inglesa da área em ensino de ciências, somente 26,4% dos artigos publicados em 1996 podiam ser enquadrados como metodologias quantitativas (SANTOS e GRECA, 2013).

Autores como Villani et al. (2010) realizaram um levantamento em trabalhos publicados no Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC) de 2001, e observaram que a maioria desses trabalhos privilegiava a metodologia de pesquisa qualitativa para abordar assuntos da educação básica ao olhar o interior das escolas e das salas de aula. Santos e Greca (2013) defendem que:

> [...] possivelmente, essa escolha esteja relacionada ao fato de a metodologia qualitativa fornecer soluções mais apropriadas para os problemas sociais. **A pesquisa qualitativa parece ser o tipo de estudo mais apropriado para tentar dar sentido ao fenômeno educacional**, em termos dos significados que as pessoas aportam sobre ele. Por outro lado, a pesquisa qualitativa é um campo inerentemente político, formado por múltiplas posições éticas e políticas, o que permite olhar para seus objetos de estudo com um foco multiparadigmático e possibilita um tratamento dos problemas que vai além do diagnóstico (SANTOS e GRECA, 2013).

III.3 - Pesquisa Qualitativa

De acordo com Triviños (1987), a quase totalidade dos autores compartilha o ponto de vista de que a pesquisa qualitativa tem suas raízes nas práticas desenvolvidas pelos antropólogos, primeiro e, em seguida, pelos sociólogos em seus estudos sobre a vida em comunidades. Só posteriormente irrompeu na investigação educacional. Os pesquisadores perceberam rapidamente que muitas informações sobre a vida dos povos não podem ser quantificadas e precisavam ser interpretadas de forma muito mais ampla que circunscrita ao simples dado objetivo.

Para Bogdan e Biklen (1994) em seu livro “A Investigação Qualitativa em Educação”, a ênfase qualitativa no processo tem sido particularmente útil na investigação educacional na qual os pesquisadores qualitativos em educação estão continuamente a questionar os sujeitos de investigação, com o objetivo de perceber "aquilo que *eles* experimentam, o modo como *eles* interpretam as suas experiências e o modo como *eles* próprios estruturam o mundo social em que vivem", estabelecendo estratégias e procedimentos que lhes permitam tomar em consideração as experiências do ponto de vista do informador. O processo de condução de investigação qualitativa reflete uma espécie de diálogo entre os investigadores e os respectivos sujeitos, dado estes não serem abordados por aqueles de uma forma neutra.

Bogdan e Biklen (1994) descrevem de forma minuciosa as características da pesquisa qualitativa. Para os autores, os investigadores qualitativos freqüentam os locais de estudo porque se preocupam com o contexto tentando elucidar questões educativas complementando seus

dados através do contato direto com a situação investigada. Ressaltam que tem grande importância para uma pesquisa qualitativa os dados recolhidos em forma de palavras ou imagens. Para o investigador, a abordagem da investigação qualitativa exige que o mundo seja examinado com a ideia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para constituir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto de estudo.

No que diz respeito à pesquisa qualitativa, esses autores assinalam cinco características essenciais a essa classe de atividade: a) na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal; b) A investigação qualitativa é descritiva; c) os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos; d) os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva e e) o significado é de importância vital na abordagem qualitativa. (BOGDAN e BIKLEN, 1994)

Sobre a primeira característica enunciada por Bogdan e Biklen (1994) que afirma que na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, é importante ressaltar o que comenta Triviños (1987) quando promove uma diferenciação desse ambiente natural no que diz respeito às pesquisas fenomenológicas e materialistas dialéticas. Para o autor:

> [...] ambos os tipos de pesquisa, a com base fenomenológica e a com fundamentos materialistas dialéticos, ressaltam a importância do ambiente na configuração da personalidade, problemas e situações de existência do sujeito. Mas existem diferenças essenciais entre elas em relação a suas concepções do meio. Com efeito, entretanto, a primeira considera o ambiente especialmente constituído por elementos culturais, o que é uma redução, ainda que se denomine cultura a todos os ingredientes do meio criados pelo homem, em determinada realidade social; a segunda pensa o meio como uma realidade muito mais ampla e complexa, distinguindo nela uma base, ou infra-estrutura, e uma superestrutura. Ambas as realidades, dialeticamente, relacionam-se e influenciam-se, transformando-se mutuamente na evolução do tempo (TRIVINÕS, 1987)

Nesta forma, ainda que se privilegiem os aspectos econômicos, numa última instância, em algum momento da evolução dos grupos sociais, a política, a religião, a ciência e etc outorgam também significados essenciais à vida humana. O chamado “ambiente natural” de Bogdan existe, mas é observado em uma perspectiva que o vincula a realidades sociais maiores. O pesquisador é importante à medida que não esquece esta visão ampla e complexa do real social concreto. Mas para uma, a fenomenológica, o importante e verdadeiro é o conteúdo da percepção; para a outra, sua aparência e essência, que em seus significados se avaliam na prática social (TRIVIÑOS, 1987).

Sobre a segunda característica relatada por Bogdan e Biklen no sentido de a pesquisa qualitativa ser descritiva, Triviños destaca que a pesquisa qualitativa com apoio teórico na fenomenologia é essencialmente descritiva. E como as descrições dos fenômenos estão impregnadas dos significados que o ambiente lhes outorga, e como aquelas são produto de uma visão subjetiva, rejeita toda expressão quantitativa, numérica, toda medida. Desta maneira, a interpretação dos resultados surge como a totalidade de uma especulação que tem como base a percepção de um fenômeno em um contexto. Por isso, não é vazia, mas coerente lógica e consistente. Assim, os resultados são expressos, por exemplo, em descrições, narrativas, ilustradas com declarações das pessoas para dar o fundamento concreto necessário, com fotografias etc., acompanhados de documentos pessoais, fragmentos de entrevistas e etc.

Triviños (1987) ressalta assim a diferença da narrativa entre a pesquisa qualitativa fenomenológica e a do tipo histórico-estrutural dialética:

> A pesquisa qualitativa de tipo histórico-estrutural, dialética, parte também da descrição que intenta captar não só a aparência do fenômeno, como também sua essência. Busca, porém, as causas da existência dele, procurando explicar sua origem, suas relações, suas mudanças e se esforça por intuir as consequências que terão para a vida humana (TRIVINÕS, 1987).

Os estudos qualitativos podem ser classificados em três tipos de acordo com suas finalidades: estudos exploratórios, descritivos e experimentais. Para o autor, a maioria dos estudos desenvolvidos no campo educacional é de natureza descritiva e tem como objetivo principal conhecer a comunidade, seus traços característicos, suas gentes, seus problemas, suas escolas, seus professores, sua educação e etc. Os estudos descritivos pretendem descrever "com exatidão" os fatos e fenômenos de determinada realidade. Segundo o autor, entre os tipos de pesquisa qualitativa característicos, talvez o Estudo de Caso seja um dos mais relevantes (TRIVINÕS, 1987).

A nossa opção por detalhar de maneira extensiva a metodologia que se fez uso vai de encontro ao que diz Gamboa (2008) sobre métodos e esquemas paradigmáticos:

> Os métodos não são neutros, eles carregam implicações e pressupostos que condicionam seu uso, conduzindo a determinados resultados. As abordagens têm relação com uma série de opções paradigmáticas e científicas que o pesquisador consciente ou inconscientemente escolhe e aplica. Trata-se de opções relacionadas com a problemática escolhida, a definição do essencial e do secundário, nos diferentes passos do desenvolvimento da pesquisa, a seleção do paradigma científico, e que remetem a concepções de homem, educação, sociedade, visão de mundo e etc (GAMBOA, 2008).

III.4 - A pesquisa na Escola e sua Complexidade

Entendemos a pesquisa em educação como um trajeto que necessita de recortes e escolhas, dado o emaranhado de relações a serem questionadas, em especial quando se toma a escola como cerne da questão. Concordamos com Ezpeleta e Rockwell (1989) que compreender a educação no contexto escolar para quem a escola configura-se em um espaço complexo e inacabado, ambiente com diferentes sujeitos e construções sociais onde circulam diferentes ideologias, vontades, forças. A escola é pensada como um espaço social, uma "parede" ideológica.

Para essas autoras a escola:

> É uma trama em permanente construção que articula histórias locais, pessoais e coletivas, diante das quais a vontade estatal abstrata pode ser assumida ou ignorada, mascarada ou recriada, em particular abrindo espaços variáveis a uma maior ou menor possibilidade hegemônica. Uma trama, finalmente, que é preciso conhecer porque constitui simultaneamente o ponto de partida e o conteúdo real de novas alternativas tanto pedagógicas quanto políticas. (EZPELETA & ROCKWELL, 1989, p. 12)

É importante para o pesquisador ter a compreensão de que a pesquisa na escola abrange uma complexidade tal da qual ele não pode se esquivar. Precisa estar atento ao fato de que ao chegar ao ambiente da pesquisa, a escola, para realizar suas observações, encontrará um mundo de possibilidades e vivências, o qual provavelmente a pesquisa não dará conta de analisar em profundidade. Por isso, é imprescindível que o pesquisador faça um recorte empírico reduzido para que suas reflexões estejam em sintonia com as metodologias de pesquisa qualitativa em educação. Os sujeitos dessa pesquisa são professores de Química que lecionam em um Instituto Federal do Rio de Janeiro e estudantes do ensino médio profissional. Mas como pensar os sujeitos, professores e alunos, sem refletir sobre sua interação com toda a esfera escolar?

Mafra (2003) aponta que as escolas funcionam como organizações sociais formadas por sujeitos que exercem diferentes papéis: aluno, professor, diretor, coordenador, pedagogo, assistente social, serventes, cozinheiras, porteiros e etc. A autora usa o termo *ethos escolar,* para evidenciar que cada escola possui uma série de características peculiares que, por sua vez, são também constituintes de seus sujeitos. É necessário, portanto, na pesquisa em educação, considerar o contexto escolar como fundamental em uma análise, pois é a partir desse contexto que os sujeitos falam, revelam-se e desvelam sentidos.

De acordo com Forquin (1993), a escola é um mundo social com características próprias, seus ritos, linguagem, imaginário, seu regime próprio de produção e de gestão de símbolos. O autor propõe a compreensão de três relações entre cultura e escola: *Cultura na escola*, *Cultura da escola* e *Cultura escolar*.

A *Cultura na escola* consiste nas formas pelas quais a ideologia de um grupo social hegemônico é apresentada por outros grupos culturais. As características sócio-históricas e culturais de um bairro, cidade, vila na qual a escola está inserida são essenciais para contextualizar e construir relações. Trata-se de descrever as "manifestações de uma ou mais culturas no interior da escola" (MAFRA, 2003, p.125) e analisar as relações com a cultura escolar.

Já a Cultura da escola permite um olhar para "processos mais particulares, privilegiando análises culturais do cotidiano, acontecimentos, interações sociais, relações de poder, vivências escolares, saberes construídos" (MAFRA, 2003, p.127). Cada escola se configura como um espaço singular. Ela se explica em processos, logo a *Cultura escolar* tem seu foco nas "transformações e impregnações que constituem a vida escolar, reconstituindo a trajetória histórica e social de instituições escolares a partir de recortes espaço-temporais mais demarcados". (MAFRA, 2003, p. 128-129).

III.5 - Estudo de caso

Segundo Andre (2005) em seu livro "Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional", o estudo de caso surge, na sociologia e na antropologia, ao final do século XIX e início do século XX. O objetivo principal do Estudo de Caso nessas áreas era apreender características e atributos da vida social. Na Medicina, Psicanálise, Psicologia e Serviço Social objetivavam estudar um caso para fins de diagnose, tratamento e acompanhamento. Na área de Direito, Administração e Medicina foi, e ainda é utilizado como recurso didático. Já nas décadas de 60 e 70, o Estudo de Caso aparece na Educação como um estudo descritivo de certos ambientes e sujeitos: uma escola, um professor, uma sala de aula. O marco principal deste tipo de pesquisa, na área educacional, foi a Conferência internacional realizada em Cambridge, Inglaterra, em 1972.

Há posições diversas sobre estudo de caso na literatura mundial contemporânea, das quais destacam-se os autores: Yin; Stake; Lüdke e Andre. Segundo Yin (2005), o estudo de caso representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do

planejamento, da coleta e da análise de dados. Pode incluir tanto estudos de caso único quanto de múltiplos, assim como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa. No entendimento de Stake (1994), o estudo de caso caracteriza-se pelo interesse em casos individuais e não pelos métodos de investigação que pode abranger. Chama a atenção para o fato de que "nem tudo pode ser considerado um caso", pois um caso é “uma unidade específica, um sistema delimitado cujas partes são integradas”. Na posição de Lüdke e André (1986), o estudo de caso como estratégia de pesquisa é o estudo de um caso, simples e específico ou complexo e abstrato e deve ser sempre bem delimitado. Pode ser semelhante a outros, mas é também distinto, pois tem um interesse próprio, único, particular e representa um potencial na educação. Destacam em seus estudos as características de casos naturalísticos, ricos em dados descritivos, com um plano aberto e flexível que focaliza a realidade de modo complexo e contextualizado.

O estudo de caso tem sido escolhido, de forma recorrente, como alternativa para pesquisas sobre o fenômeno educativo. Segundo Yin (2005), o estudo de caso pode ser tratado como importante estratégia metodológica para a pesquisa em ciências humanas, pois permite ao investigador um aprofundamento em relação ao fenômeno estudado, revelando nuances difíceis de serem enxergadas “a olho nu”. Além disso, o estudo de caso favorece uma visão holística sobre os acontecimentos da vida real, destacando-se seu caráter de investigação empírica de fenômenos contemporâneos.

Para Trivinõs (1987), o estudo de caso é uma categoria de pesquisa cujo objeto é uma *unidade* que se analisa aprofundadamente. Esta definição determina por um lado, a natureza e abrangência da unidade. Esta pode ser um sujeito ou uma comunidade. Segundo Bogdan e Biklen (1994), o estudo de caso consiste na observação detalhada de um contexto, ou indivíduo, de uma única fonte de documentos ou de um acontecimento específico. De maneira sintética, Yin (2005) define o estudo de caso como uma pesquisa empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em seu contexto natural, em situações em que as fronteiras entre o contexto e o fenômeno não são claramente evidentes, utilizando múltiplas fontes de evidência.

De acordo com André (2005), o desenvolvimento do estudo de caso realiza-se em três fases: a *fase exploratória* – momento em que o pesquisador entra em contato com a situação a ser investigada pra definir o caso, confirmar ou não as questões iniciais, estabelecer os contatos, localizar os sujeitos e definir os procedimentos e instrumentos de coleta de dados; a *fase de coleta dos dados* ou de delimitação do estudo e a *fase de análise sistemática dos dados*, traçadas como linhas gerais para condução desse tipo de pesquisa, podendo ser em algum momento conjugada

uma ou mais fase, ou ate mesmo sobrepor em outros, variando de acordo com a necessidade e criatividade surgidas no desenrolar da pesquisa.

Após esse contato inicial e definição ou confirmação dos critérios a serem utilizados na pesquisa, segue a fase de delimitação do estudo e de coleta dos dados, na qual o pesquisador utilizará fontes variadas e instrumentos nas diferentes situações. Bassey (2003, apud André, 2005) destaca três grandes métodos de coleta de dados neste tipo de pesquisa como fazer perguntas, observar eventos e ler documentos. A fase de análise sistemática dos dados e de elaboração do relatório inicia-se quando a coleta de dados está praticamente concluída, devendo organizar todo o material coletado, seguindo para a leitura e releitura de todo o material para iniciar o processo de categorização dos dados. Essa descrição, assim entendemos, precisa contribuir com a construção do conhecimento, articulando os aportes teóricos do estudo com os dados coletados e, até mesmo, com outras pesquisas correlacionadas que possibilitem superar a simples descrição.

Bogdan e Biklen (1994) descrevem um plano geral para um estudo de caso da seguinte forma:

> “ [...] o tipo adequado de perguntas nunca é muito específico. Os investigadores procuram locais ou pessoas que possam ser objeto do estudo ou fontes de dados e, ao encontrarem aquilo que pensam interessar-lhes, organizam então uma malha larga, tentando avaliar o interesse do terreno ou das fontes de dados para os seus objetivos. Procuram indícios de como deverão proceder e qual a possibilidade de o estudo se realizar. Começam pela recolha de dados, revendo-os e explorando-os, e vão tomando decisões acerca do objetivo do trabalho. Organizam e distribuem o seu tempo, escolhem as pessoas que irão entrevistar e quais os aspectos a aprofundar. Podem pôr de parte algumas ideias e planos iniciais e desenvolver outros novos. A medida que vão conhecendo melhor o tema em estudo, os planos são modificados e as estratégias selecionadas. Com o tempo acabarão por tomar decisões no que diz respeito aos aspectos específicos do contexto, indivíduos ou fonte de dados que irão estudar. A área de trabalho é delimitada. A recolha de dados e as atividades de pesquisa são canalizadas para terrenos, sujeitos, materiais, assuntos e temas. De uma fase de exploração alargada passam para uma área mais restrita de análise dos dados corrigidos.” (Bogdan e Biklen, 1994, p.54).

Para Yin (2005), uma estratégia analítica ajudará a considerar as evidências de forma justa, produzir conclusões analíticas convincentes e eliminar interpretações alternativas, também, a usar ferramentas e manipulações de forma mais eficaz e eficiente. Segundo o autor, três estratégias gerais norteiam a análise das evidências coletadas no estudo de caso. A primeira corresponde às proposições teóricas relativas ao projeto original, uma vez que este deve ter baseado os objetivos, as questões da pesquisa, as revisões feitas na literatura sobre o assunto e as novas proposições ou hipóteses que possam surgir. A segunda, diz respeito às explanações concorrentes. Essa estratégia analítica geral tenta definir e testar explanações concorrentes e é especialmente útil ao

se fazer avaliações do estudo de caso. A última estratégia trata da descrição de caso - desenvolver uma estrutura descritiva a fim de organizar o estudo de caso sendo relevante quando se estiver enfrentando dificuldades em utilizar as proposições teóricas ou explanações concorrestes

Ao concluir essas fases, é necessário estruturar o relatório final de forma estruturada que contemple a reprodução do caso em sua complexidade e seu dinamismo que permitam ao leitor a compreensão e possibilite a construção de novos conhecimentos. Nesse sentido, aspectos importantes devem ser considerados como a validade, fidedignidade e a generalização nos estudos de caso, na busca do rigor científico. Pois o pesquisador deve explicitar as diferentes interpretações surgidas sobre uma mesma situação, os métodos e procedimentos utilizados, ser fiel na reconstrução do real, bem como corrigir falsas impressões ou esclarecer interpretações duvidosas e ter a generalização como uma possibilidade de fornecer subsídios para compreensão dos dados de outro estudo, através de comparação analisando as similaridades e diferenças (DE DEUS, xxxx).

Alguns autores dão grande ênfase à importância do contexto da investigação em estudos de caso. Para Stake (1999), a atenção a ser dada ao contexto deve ser tanto maior, quanto mais intrínseco for o caso. A importância do contexto parece depender, então, do tipo de caso a estudar. Se um estudo é mais instrumental, alguns contextos podem ser importantes, mas em muitas situações os contextos perdem importância. Também Yin (2005) parece atribuir mais importância ao contexto, em alguns tipos de estudos de caso, como os estudos descritivos, quando os define como: um estudo de caso descritivo apresenta uma descrição exaustiva de um fenômeno, dentro do respectivo contexto. Para Yin (2005), a necessidade de realizar estudos de caso surge da necessidade de estudar fenómenos sociais complexos.

Segundo André (1984), os estudos de casos pretendem retratar o idiossincrático e o particular como legítimos em si mesmos. Tal tipo de investigação toma como base o desenvolvimento de um conhecimento idiográfico, isto é, que enfatiza a compreensão dos eventos particulares. O “caso” é assim um “sistema delimitado”, algo como uma instituição, um currículo, um grupo, uma pessoa, cada qual tratado como um entidade única, singular. Os estudos de caso têm como uma de suas características fundamentais usar uma variedade de fontes de informação. Ao desenvolver o estudo de caso, o pesquisador faz uso freqüente das estratégias de triangulação, recorrendo para isso a uma variedade de dados, coletados em diferentes momentos, em situações variadas e provenientes de diferentes informantes.

Martins (2008) em seu livro “Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa” garante que o sucesso do estudo de caso depende de sua importância, eficiência, além de ser suficiente e relatado de maneira atraente. Esta estratégia é importante quando se caracteriza pela originalidade, criatividade e ineditismo. Outro ponto importante é a escolha criteriosa do tema-problema de pesquisa. Este não pode ser pautado em ideias vagas ou propostas ingênuas. Para ser eficiente, o estudo de caso precisa apresentar indicadores de confiabilidade e ter sido orientado por um detalhado protocolo. O papel do pesquisador tem relevância quando está pautado numa atuação crítica e criativa descrevendo, interpretando, explicando e encadeando evidências. Para ser suficiente, o estudo de caso deve ter os limites entre ele e o fenômeno claramente determinados.

Segundo André (2005), a possibilidade de fornecer uma visão profunda, ampla e integrada de uma unidade social complexa, depende da atuação do pesquisador. A capacidade heurística é outra contribuição desse tipo de pesquisa, pois pode levar a descobrir novos sentidos, expandir suas experiências ou confirmar o que já se sabia. O estudo de caso tem um potencial enorme de contribuição aos problemas da prática educacional, ao fornecer informações valiosas que permitem também decisões políticas.

Outra temática relacionada com os estudos de caso é a sua capacidade para poder fazer generalizações. Na opinião de Stake (1999), a finalidade dos estudos de caso é tornar compreensível o caso, através da particularização. Contudo existem circunstâncias em que o estudo de um caso pode permitir generalizar para outro caso. A problemática da generalização na investigação qualitativa consiste no fato das suas declarações se fazerem sempre para determinados contextos (Flick, 2004). Mas a questão deve pôr-se mais em termos de transferibilidade para outros contextos. Sobre este aspecto é também importante a opinião de Stake (1999), pois, segundo este autor, dos casos particulares as pessoas podem aprender muitas coisas que são gerais.

Patton (1990 apud MEIRINHOS e OSÓRIO, 2010) substitui o termo generalização e opta pelo termo extrapolação. A extrapolação apresenta-se com um significado mais ágil e mais adequado no que se refere às possibilidades de transferência de conhecimento de um caso a outro caso posterior. As conclusões de um estudo poderão ser extrapoladas ou transferíveis para outros casos tendo em conta as similaridades das condições particulares e contextuais de cada situação. Também Yacuzzi (2005 apud MEIRINHOS e OSÓRIO, 2010) refere que: a relevância do caso e a sua generabilidade não são provenientes da estatística, mas sim da lógica: as

características do estudo de caso propagam-se a outros casos pela força de uma lógica explicativa.

III.6 - A Análise Textual Discursiva

A análise textual discursiva é empregada nesse trabalho, ao olhar para o que dizem os sujeitos dessa pesquisa, os 10 professores de química do instituto federal do Rio de Janeiro e os 15 estudantes da turma de ensino médio profissional do segundo ano do campus Rio de Janeiro, juntamente com os roteiros dos experimentos analisados.

Segundo Moraes (2003), pesquisas qualitativas têm se utilizado cada vez mais de análises textuais. Seja partindo de textos já existentes, seja produzindo o material de análise a partir de entrevistas e observações, a pesquisa qualitativa pretende aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga a partir de uma análise rigorosa e criteriosa desse tipo de informação. Não pretende testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final da pesquisa; a intenção é a compreensão, reconstruir conhecimentos existentes sobre os temas investigados.

Para Moraes e Gallizi (2006) a análise textual discursiva (ATD) é uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso. Existem inúmeras abordagens entre estes dois pólos, que se apóiam de um lado na interpretação do significado atribuído pelo autor e de outro nas condições de produção de um determinado texto.

No livro “Análise Textual Discursiva” (2011), os autores Moraes e Galliazi descrevem a análise textual discursiva da seguinte forma:

> A análise textual discursiva é como um processo que se inicia com uma unitarização em que os textos são separados em unidades de significado. Estas unidades por si mesmas podem gerar outros conjuntos de unidades oriundas da interlocução empírica, da interlocução teórica e das interpretações feitas pelo pesquisador. Neste movimento de interpretação do significado atribuído pelo autor exercita-se a apropriação das palavras de outras vozes para compreender melhor o texto. Depois da realização desta unitarização, que precisa ser feita com intensidade e profundidade, passa-se a fazer a articulação de significados semelhantes em um processo denominado de categorização. Neste processo reúnem-se as unidades de significado semelhantes, podendo gerar vários níveis de categorias de análise. A análise textual discursiva tem no exercício da escrita seu fundamento enquanto ferramenta mediadora na produção de significados e por isso, em processos recursivos, a análise se desloca do empírico para a abstração teórica, que só pode ser alcançada se o pesquisador fizer um movimento intenso

> de interpretação e produção de argumentos. Este processo todo gera meta-textos analíticos que irão compor os textos interpretativos. (MORAES e GALLIAZI, 2011, p.45).

Moraes e Galliazi (2011) fazendo referência à fenomenologia e à dialética, consideram que as análises qualitativas, de modo especial aquelas que utilizam a análise de conteúdo com categorias emergentes, têm na fenomenologia um de seus argumentos. Ressaltam que elas valorizam o sujeito e as suas manifestações, transparecendo de forma acentuada o exercício de uma atitude fenomenológica de deixar os fenômenos se manifestarem. Já as pesquisas que adotam a análise textual discursiva têm suas raízes também no materialismo histórico e na dialética marxista apesar de atualmente essa análise já ser entendida em um sentido mais amplo. Em relação à análise textual discursiva esses autores compreendem que, por seu caráter essencialmente hermenêutico, tem conexões evidentes com a fenomenologia e com a etnografia e, ao mesmo tempo, entretanto, tendo em vista assumir geralmente uma perspectiva transformadora das realidades que pesquisa, também se aproxima de perspectivas dialéticas.

Todo o processo de análise textual discursiva, isto é, todas as etapas de análise voltam-se à produção de um metatexto que conterá as interpretações, os argumentos e a tese que o autor pretende defender a partir da análise dos dados. O processo de análise é descrito como um processo auto-organizado de desconstrução e reconstrução dos textos em busca de significados. Para isso, Moraes e Galiazzi (2011) propõem três etapas, que compõem um ciclo, descritas a seguir.

1 – ***Desmontagem dos textos: desconstrução e unitarização*** – Consiste num processo de desmontagem ou desintegração dos textos, destacando seus elementos constituintes, a partir do exame dos textos em seus detalhes. É uma atividade exigente e trabalhosa, que exige a impregnação do pesquisador com o material da pesquisa, para que possa desestabilizar a ordem estabelecida nos textos analisados e, a partir desse “caos” criado, possam surgir

interpretações criativas e originais que estabeleçam a relação das partes com o todo. Com essa fragmentação ou desconstrução dos textos, pretende-se conseguir perceber os sentidos dos textos em diferentes limites de seus pormenores, ainda que compreendendo que um limite final e absoluto nunca é atingido. É o próprio pesquisador que decide em que medida fragmentará seus textos, podendo daí resultar unidades de análise de maior ou menor amplitude.

Como explicitam os autores, da desconstrução dos textos surgem as unidades de análise, aqui também denominadas unidades de significado ou de sentido. As unidades de análise são

sempre identificadas em função de um sentido pertinente aos propósitos da pesquisa. Podem ser definidas em função de critérios pragmáticos ou semânticos. Pode partir tanto de categorias definidas “a priori”, como de categorias emergentes.

2 – ***Estabelecimento de relações*** – Este processo denominado de categorização envolve construir relações entre as unidades de base, combinando-se e classificando-as, reunindo esses elementos unitários na formação de conjuntos que congregam elementos próximos, resultando daí sistemas de categorias.

A categorização é um processo de comparação constante entre as unidades definidas no momento inicial da análise. Conjuntos de elementos de significação próximos constituem as categorias. As unidades de análise que possuem significação próximas constituem uma categoria. As categorias criadas durante este processo serão as unidades de organização do metatexto e possibilitarão a expressão dos significados surgidos da análise.

Como explicam os autores, as categorias na análise textual discursiva pode sem produzidas por intermédio de diferentes metodologias. Cada método trará implícitos os pressupostos que fundamentam a respectiva análise. O método dedutivo, um movimento do geral para o particular, implica construir categorias antes mesmo de examinar o “corpus”. As categorias são deduzidas das teorias que servem de fundamento para a pesquisa. Já o método indutivo implica produzir as categorias a partir das unidades de análise construídas desde o “corpus” por um processo de comparar e contrastar constante entre as unidades de análise, caminhando do particular para o geral resultando no que se denomina de categorias emergentes.

Os dois métodos, dedutivo e indutivo, também podem ser combinados num processo de análise misto pelo qual, partindo de categorias definidas “a priori” com base em teorias escolhidas previamente, o pesquisador encaminha transformações gradativas no conjunto inicial de categorias, a partir do exame das informações do “corpus” de análise. Os autores ainda sugerem um terceiro método de produção de categorias, denominado método intuitivo. As categorias produzidas por intuição originam-se de inspirações repentinas, “insights” que se apresentam ao pesquisador a partir de uma intensa impregnação nos dados relacionados aos fenômenos.

Segundo Moura (2014), mais importante do que o método escolhido para criação das categorias são a possibilidade de elucidar o fenômeno a partir das categorias criadas e odiálogo das mesmas com o referencial teórico escolhido e a consonância com os objetivos e o objeto da análise. Além disso, consoante com a filosofia adotada pela ATD de que um mesmo texto pode

possuir várias significados, as categorias não são mutuamente exclusivas para esta metodologia de análise de dados.

3 – ***Captando o novo emergente: expressando as compreensões atingidas*** – a intensa impregnação nos materiais da análise desencadeada nos dois focos anteriores possibilita a emergência de uma compreensão renovada do todo. O investimento na comunicação dessa nova compreensão, assim como de sua crítica e validação, constituem o último elemento do ciclo de análise. O metatexto resultante desse processo representa um esforço de explicitar a compreensão que se apresenta como produto de uma nova combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores.

A ATD visa à construção de metatextos analíticos que expressem os sentidos lidos num conjunto de textos. Os metatextos são constituídos de descrição e interpretação, representando um modo de teorização sobre os fenômenos investigados. O objetivo da desconstrução-reconstrução dos textos analisados é a compreensão do fenômeno investigado que vem com a escrita do metatexto. Espera-se que o pesquisador coloque-se como autor dos seus próprios argumentos, construindo uma análise a partir da descrição e interpretação do processo à luz do referencial teórico selecionado.

Segundo Moraes e Galiazzi (2011), a qualidade e a originalidade das produções dependem da imersão do autor no fenômeno investigado e dos pressupostos teóricos e epistemológicos adotados quando da análise.

III.7 - A Triangulação dos Dados

Uma questão delicada da metodologia qualitativa, segundo Greca (2002), refere-se à validade e à fidedignidade dos resultados obtidos. Sobre a validade dos resultados, Astolfi (1993 apud GRECA, 2002) adverte que é preciso cuidado para não rotular como “válidos” alguns resultados que acontecem espontaneamente ou conferir valor teórico a uma pesquisa apenas porque ela ocorre em uma sala de aula real. Segundo o autor, a saída para o problema é “multiplicar as referências disponíveis e procurar uma diversidade de rigores, cada uma adaptada ao seu objeto específico”, em outras palavras, temos de ter o cuidado de triangular os dados, o que significa procurar três fontes de dados que possam oferecer visões distintas do mesmo fenômeno. Essa mesma preocupação é revelada também por Erickson (1998 apud GRECA, 2002)

quando propõe que, para aumentar a credibilidade de evidências, uma análise documental, por meio de produções escritas dos alunos, poderá ser acrescentada à pesquisa visando a ampliar as fontes de informação. (GRECA, 2002).

A triangulação aparece como um conceito comum e importante na metodologia qualitativa e de estudos de caso. Autores como Yin (2005), Stake (1994; 1999) e Flick (2004), apresentam a triangulação como uma estratégia de validação, na medida em que torna possível a combinação de metodologias para estudo do mesmo fenômeno. Por outras palavras, a triangulação permite obter, de duas ou mais fontes de informação, dados referentes ao mesmo acontecimento, a fim de aumentar a fiabilidade da informação. Nas palavras de Yin (1993), "*uma pista importante é formular a mesma questão na análise de dados de diferentes fontes; se todas as fontes indicarem as mesmas respostas, os dados foram triangulados com sucesso."*

A triangulação é, segundo Stake (1999), um processo que utiliza múltiplas perspectivas para clarificar significados, na medida em que observações adicionais podem ser úteis na revisão da interpretação do investigador. É, também, conforme o mesmo autor, uma das características de um bom estudo qualitativo.

A triangulação dos dados é apontada por alguns autores (ANDRÉ, 2005; YIN, 2005; MARTINS, 2008) como procedimento fundamental à validação da pesquisa, considerando que [...] a confiabilidade de um Estudo de Caso poderá ser garantida pela utilização de várias fontes de evidencias, sendo que a significância dos achados terá mais qualidade ainda se as técnicas forem distintas. A convergência de resultados advindos de fontes distintas oferece um excelente grau de confiabilidade ao estudo, muito além de pesquisas orientadas por outras estratégias. O processo de triangulação garantirá que as conclusões a partir de um Estudo de Caso serão convincentes e acuradas, possibilitando um estilo corroborativo de pesquisa. São estratégias como estas que consolidam o estudo de caso como estratégia de pesquisa válida (MARTINS, 2008, p. 80).

Para a análise destes dados a estratégia metodológica de triangulação dos dados coletados através das fontes já referidas permite, concomitantemente, uma maior validade dos dados e uma inserção mais aprofundada dos pesquisadores no contexto de onde emergem os fatos, as falas e as ações dos sujeitos. Dessa forma, com o objetivo de triangular os dados da pesquisa, decidiu-se por fazer uso de três instrumentos de fontes de pesquisa: (a) um questionário com questões abertas para professores de química de cursos do ensino médio técnico de quatro campi diferentes, (b) um questionário para alunos de uma mesma turma do curso médio técnico de

um dos campi e os roteiros/procedimenos dos experimentos das disciplinas de físico-química 1 e físico-química 2 complementados com relatos de experiência da professora-pesquisadora.

O uso de questionários para coleta de dados nessa investigação tem seu fundamento nas ponderações de Bogdan & Biklen (1994), para quem os questionários são instrumentos de investigação que permitem ao pesquisador trabalhar com um número maior de sujeitos, bem como o alcance de dados advindos de diferentes distribuições geográficas.

III.8 - Coleta e Fontes de Dados

O corpus dessa pesquisa, submetido à análise textual discursiva como já foi detalhada anteriormente, foi constituído por três fontes, o que possibilitou a triangulação dos dados obtidos:

1 – as respostas ao questionário composto por três perguntas respondidas por dez professores de química de disciplinas teórico-experimentais de uma mesma instituição de ensino, porém de quatro campi (unidades) diferentes, que lecionam todos em cursos do ensino técnico integrado ao ensino médio.

2 – as respostas ao questionário composto de três perguntas respondidas por quinze alunos de uma mesma turma do segundo ano do curso técnico de farmácia de um único campus da instituição, o campus Rio de Janeiro.

3 – os roteiros/procedimentos de doze atividades experimentais (aulas de laboratório didático) que compõem as apostilas das disciplinas de físico-química 1 e 2 dos cursos de ensino médio-técnico da instituição de ensino que são estudados ao longo do segundo ano do curso.

Segundo Morares e Gallizi (2011),

> O “corpus” da análise textual é constituído essencialmente de produções textuais e esses textos são entendidos como produções lingüísticas, referentes a determinado fenômeno e originadas em um determinado tempo e contexto. São vistos como produções que expressam discursos sobre diferentes fenômenos e que pode ser lidos, descritos e interpretados, correspondendo a uma multiplicidade de sentidos que a partir deles podem ser construídos. Os textos que compõem o “corpus” da análise podem tanto ser produzidos especialmente para a pesquisa quanto podem ser documentos já existentes previamente. (p. 32).

De acordo com os autores, os dados a serem analisados podem ser (e é interessante que sejam) das mais diversificadas fontes e, por essa razão, nessa investigação, para fins de validação

da pesquisa, fizemos uso de três fontes diferentes de dados como já explicitados: questionários elaborados especificamente para essa investigação e documentos já existentes previamente à realização desse trabalho há anos e que, portanto, fazem parte do contexto escolar, como os procedimentos/roteiros de laboratório.

III.8.1 - O Questionário dos Professores

Um questionário composto por três perguntas foi enviado, por meio digital, a 32 professores de química que lecionam disciplinas teórico-experimentais para cursos do ensino técnico integrado ao ensino médio de quatro campi diferentes da instituição de ensino investigada dos quais, apenas 10, enviaram suas respostas. As perguntas que apresentadas no questionário, uma fechada e duas abertas, foram idealizadas pela professora-pesquisadora e autora dessa dissertação e compõem a primeira fonte de dados.

A primeira pergunta se propunha a identificar a disciplina na qual o docente leciona ou já teria lecionado aulas experimentais. Para tal, entendemos que uma pergunta fechada atenderia a esse propósito e deixaria o questionário mais simples e objetivo. Já na segunda e terceira perguntas, como buscávamos compreender os objetivos dos professores em suas aulas experimentais e uma possível abordagem histórico-filosófica nessas atividades assim como suas concepções de ciência através das descrições dessa abordagem, optou-se por fazer uso de questões abertas que deixariam o docente mais livre para expor suas crenças.

As perguntas que fazem parte do questionário dos docentes estão descritas a seguir:

1 – Marque quais disciplinas experimentais você já lecionou ou leciona atualmente no ensino médio-técnico.

( ) Química Geral e Inorgânica ( ) Físico-Química ( ) Química Orgânica ( ) Química Qualitativa ( ) Química Quantitativa ( ) Análise Instrumental

2 – Do seu ponto de vista, quais os objetivos das aulas experimentais que leciona ou já lecionou no ensino médio-técnico?

3 – É comum nas aulas experimentais que você leciona ou já lecionou a abordagem histórico-filosófica? Se a resposta for SIM, por favor, descreva como essa abordagem histórico-filosófica foi realizada.

Optamos pela não identificação do docente no questionário para que o mesmo se sentisse mais à vontade para respondê-lo sem a preocupação de uma possível exposição ou juízo de valor de suas opiniões. Pelas mesmas razões me abstive de realizar entrevistas que, a meu ver, poderia dificultar ou até mesmo inviabilizar essa investigação uma vez que, provavelmente, uma parte significante dos professores poderia vir a recusar a colaborar na mesma proporção que foi com o uso do questionário.

III.8.2 - O questionário dos Alunos

O questionário dos alunos foi entregue pela própria professora da turma, autora dessa pesquisa, por meio físico, a 15 estudantes de uma turma do curso médio-técnico de farmácia e respondido no início de uma das aulas de físico-química 2 no quarto período, que equivale ao segundo semestre do segundo ano do curso de ensino médio. Todos responderam ao questionário e as respostas da primeira pergunta compuseram a segunda fonte de dados dessa pesquisa.

Esse questionário apresentava três perguntas abertas que tinham o objetivo de verificar as visões dos estudantes acerca do laboratório didático de química e as concepções de ciência transmitidas por essas atividades experimentais.

Para tal, construímos o questionário com as seguintes questões:

1 – Do seu ponto de vista, quais foram os objetivos das disciplinas experimentais?

2 – Você teve alguma afinidade com as aulas experimentais de química? O que te levou a ter (ou não ter) afinidade com as aulas de laboratório?

3 – Do seu ponto de vista, quais foram os pontos positivos e negativos das aulas de laboratório de química?

Assim como feito com os professores, os alunos também não foram identificados. Não houve resistência para responder e, pelo contrário, muitos deles se mostraram interessados em ter a oportunidade de opinar sobre tais questões.

III.8.3 Os roteiros das aulas experimentais de físico-química

A mesma metodologia de análise de dados utilizada para os questionários, a análise textual discursiva, foi empregada para a compreensão dos objetivos das AE e das concepções de ciência, explícitas ou implícitas, dos roteiros dos experimentos das disciplinas de físico-química 1 e físico-química 2 complementados com os relatos de experiência da professora-pesquisadora sobre o desenvolvimento dessas atividades.

Na disciplina de físico-química 1, os estudantes realizam de 6 a 7 experimentos disponíveis na apostila, de acordo com o planejamento pedagógico dos professores, enquanto que na disciplina de físico-química 2, os estudantes realizam de 4 a 5 experimentos disponíveis na apostila, descritos na seguinte ordem:

Atividades experimentais da disciplina de físico-química 1

1 – Soluções

2 – Preparo de solução 0,10 mol/L de um ácido

3 – Solução supersaturada

4 – Deslocamento de equilíbrio

5 – Equilíbrio iônico em soluções salinas

6 – Solução tampão

7 – Produto de solubilidade

Atividades experimentais da disciplina de físico-química 2

1 – Eletroquímica – Pilhas

2 – Eletroquímica – Eletrólise

3 – Termoquímica

4 – Cinética

Capítulo 4 – Análise dos Dados

Descreveremos nesse capítulo, a análise dos dados coletados separadamente procurando unitarizar e categorizar o corpus da pesquisa identificando cada categoria com os trechos extraídos das respostas dos questionários e dos roteiros de laboratório. Embasados nos referenciais teóricos, construiremos descrições e interpretações dos textos analisados, procurando compreender os pressupostos pedagógicos e epistemológicos de educação e de ciência que perpassam pelos textos produzidos pelos sujeitos.

IV.1 - Análise Textual Discursiva das Respostas dos Professores

Ressaltamos mais uma vez que o objetivo principal da análise textual discursiva das respostas do questionário enviado aos professores era compreender quais os objetivos que eles pretendem alcançar com suas AE e que concepções de natureza da ciência podem estar sendo transmitidas no desenvolvimento dessas atividades. Dessa forma, optamos por construir um questionário no qual duas perguntas eram abertas permitindo que o docente pudesse desenvolver livremente suas ideias e que, assim, pudéssemos extrair das suas narrativas o máximo de informação sobre as abordagens de suas aulas práticas, suas estratégias didáticas, assim como suas concepções epistemológicas e pedagógicas sobre esse tipo de atividade.

A primeira pergunta do questionário entregue aos professores tinha o único objetivo de identificar a área na qual o professor lecionava as disciplinas teórico-experimentais de forma a se conhecer a distribuição dos docentes pesquisados por área. Essa informação nos pareceu relevante uma vez que, devido ao grande número de cursos do ensino médio profissional voltado para o campo da química e áreas afins, poderíamos ter muitos professores de uma mesma disciplina, o que acreditamos não ser interessante para essa pesquisa. A análise da resposta da primeira pergunta nos aponta que os docentes que participaram da investigação estavam distribuídos de forma equilibrada por área de ensino como mostra o quadro a seguir:

Tabela IV.1: Distribuição dos docentes nas disciplinas de química que lecionam

Área de Ensino	Número de professores
Química qualitativa	1
Química geral e inorgânica	2
Físico-química	2

Química orgânica	2
Análise instrumental	2
Química quantitativa	1

Compreendemos que as fundamentações pedagógicas e epistemológicas que envolvem a pesquisa estão intrinsecamente relacionadas, uma vez que essas se entremeiam em nossas concepções de ciência e de educação. Entretanto, por acreditarmos a priori que a questão de número 2 está mais intimamente ligada a crenças pedagógicas dos docentes e a questão de número 3 às suas concepções de natureza da ciência, optamos por realizar a análise textual discursiva e, consequentemente, sua unitarização e categorização, de forma independente.

IV.1.1 - Análise da Segunda Pergunta do Questionário

Com a intenção de facilitar a leitura do trabalho, repetiremos as perguntas dos questionários em cada item referente à sua análise.

Pergunta 2 – Do seu ponto de vista, quais os objetivos das aulas experimentais que leciona ou já lecionou no ensino médio-técnico?

Após inúmeras leituras e releituras cuidadosas das repostas dos docentes à pergunta dois, sempre buscando uma compreensão aprofundada de suas narrativas para identificar unidades de análises que pudéssemos estabelecer relações de significados próximos, encontramos cinco visões marcantes acerca das contribuições pedagógicas das aulas experimentais para o ensino de ciências que foram representadas por categorias:

Tabela IV.2: Categorização das respostas da pergunta 1 do questionário dos professores

	Categorias	**Professores**
I	AE para Formação/Capacitação Técnica e Profissional	P1 P4 P6 P7 P10
II	AE para Visualização/Verificação da teoria	P2 P3 P4 P10
III	AE como Facilitadora do Processo Ensino-Aprendizagem	P3 P4 P6 P8 P10
IV	AE para Resolução de problemas	P5
V	AE para o Ensino do “Método Científico”	P9

Cabe ressaltar, que mesmo tendo agrupado os discursos dos professores em categorias distintas, seus dizeres ecoam sentidos que podem estar presentes ora em uma, ora em outra, e alguns enunciados podem apresentar mais de um sentido para as atividades experimentais.

Categoria I – Atividade Experimental para Formação/Capacitação Técnica e Profissional

P1 – *Tem por objetivo principal a formação do aluno em condições mais próximas a que terá em laboratórios na vida profissional a frente.*

P4 – *Apresentação e ambientação do aluno às técnicas, vidrarias, equipamentos e operações laboratoriais.*

P6 – *No caso de técnico na área de química, formar o técnico. Que ele aprenda as técnicas de laboratório da sua área.*

P7 – *Capacitar os futuros técnicos nas principais técnicas analíticas instrumentais.*

P10 – *Dar ao aluno experiência prática, já que em seu futuro trabalho ela se fará necessária.*

Dentre os objetivos das atividades experimentais para o ensino de química apontados por cinco sujeitos dessa pesquisa, a formação/capacitação técnica e profissional do aluno apareceu de forma relevante e contundente. Em alguns textos, foi expressa como sendo o principal ou até mesmo o único objetivo dessas atividades.

Interessante notar que alguns dos professores que responderam dizendo que a AE é importante para a formação do técnico em química lecionam tais disciplinas no primeiro e segundo anos do ensino médio, como é o caso dos professores de química geral e inorgânica, físico-química e química orgânica. Na maioria das vezes, o primeiro contato com o ensino de química destes estudantes será no primeiro ano do ensino médio e, pelo que afirmam estes docentes, esse contato já deve ser voltado para sua formação técnica e profissional.

Esse sentido dado aos objetivos das atividades experimentais que encontramos nesse trabalho não foi encontrado em nenhuma outra investigação sobre concepções pedagógicas e/ou epistemológicas de docentes sobre aulas de laboratório didático. Esse resultado nos leva a afirmar que há uma forte influência da tradição e da cultura escolar na formação de técnicos sobre suas propostas político pedagógicas. Já faz sete anos que a instituição deixou de ofertar o ensino técnico complementar ao ensino médio e o passou a dispor de forma concomitante, entretanto o

que parece, através dos textos desses docentes, é que na prática pedagógica atual, o ensino médio ainda é tratado como ensino técnico, com o propósito apenas de formar e capacitar profissionais para o mercado de trabalho. Dessa forma, as aulas experimentais dos docentes acabam por refletir essas mesmas crenças.

Assim como Ezpeleta e Rockwell (1989) se compreendermos a educação no contexto escolar como um espaço complexo e inacabado com diferentes sujeitos e construções sociais onde circulem diferentes ideologias, vontades e relações de forças, entenderemos que mudanças curriculares e político-pedagógicas precisam de mais do que apenas criação de novas leis para que se tornem parte da práxis docente. A escola deve ser pensada como um espaço social com suas ideologias que não se transformam em alguns anos ou apenas por força de regimentos e estatutos. Uma escola com tradição de mais de 70 anos e reconhecimento na sociedade e no mercado de trabalho pela sua excelência na formação profissional e, de acordo com Forquin (1993), com seus sujeitos impregnados nessa cultura escolar por décadas, apresenta concepções pedagógicas, políticas e epistemológicas enraizadas em seus ritos, linguagem, imaginário, em seu regime próprio de produção e de gestão de símbolos.

Apesar das transformações ocorridas nos últimos anos com a criação dos Institutos Federais de Ensino e os cursos de ensino técnico integrados ao ensino médio, a relevância dada pelos docentes da utilização da AE, mesmo as de primeiro e segundo anos do curso, à formação técnica do estudante, nos remete à explicitação, ainda presente, da dualidade entre ensino médio e educação profissional e todas as conseqüências que isso representa. Dualidade essa que na década de 1990 já havia produzido efeitos graves sobre a educação brasileira em todos os níveis.

Categoria II – Atividade Experimental para Visualização/Verificação da teoria

P2 – *Visualizar na prática o conteúdo dado teoricamente.*

P3 – *O objetivo maior é que o aluno tenha uma percepção maior do que é visto na teoria.* **P4** – *Verificação de conceitos já vistos em sala de aula.*

P10 – *Mostrar a parte teórica do que é passado de forma prática*.

Metade dos professores pesquisados aponta que suas aulas de laboratório didático têm como um dos objetivos **visualizar/verificar** na prática o conteúdo ensinado nas aulas teóricas, ou seja, eles apresentam uma compreensão da natureza pedagógica do ensino experimental como complementar ao ensino teórico. Assim, tais professores entendem que, no ensino de ciências,

visualizar é inerente ao processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos ensinados teoricamente de forma a garantir a compreensão dos conceitos.

Esses professores transmitem a ideia de que estudar química e seus conteúdos, apenas com aulas teóricas, é algo abstrato e para que o aluno compreenda tais conceitos, seria importante que os visualizassem na prática, de forma concreta. O verbo **Visualizar**, nesse contexto, nos traz um sentido de "ver" para uma possível compreensão dos conteúdos**,** permitindo, com essa atitude, que o aluno prove a existência de uma dada substância ou do acontecimento de um dado fenômeno, afinal, eles os estão "**vendo".** Seus dizeres estão impregnados de sentidos para as atividades experimentais, como, por exemplo, o de visualizar na prática para verificar e comprovar as leis e teorias.

A afirmação por parte dos professores da necessidade de **visualização/verificação** na prática dos conteúdos teóricos, para a compreensão por parte dos alunos dos conteúdos aponta que tais docentes acreditam que o processo de ensino-aprendizagem de um conceito científico deve ser no mínimo, complementado pela experimentação. Dessa forma, a ação do aluno no laboratório didático teria como uma de suas finalidades **visualizar** para **confirmar** por eles mesmos, os conceitos estudados teoricamente.

É importante ressaltar que esta concepção de "**visualizar para confirmar**" está de acordo com o que vem sendo relatado na literatura da área. Galiazzi e Gonçalves (2004), em um trabalho sobre concepções de professores e estudantes de um curso de licenciatura em química acerca das atividades experimentais, conclui que verificar fatos e princípios estudados ainda se constitui um dos objetivos mais valorizados. Gonçalves (2013) em sua dissertação na qual se realizou uma investigação que envolveu 69 professores de biologia que participavam de um evento de ensino da área, também identificou como uma das atribuições dadas pelos docentes a ideia de que nas atividades experimentais os alunos poderiam comprovar as teorias estudadas previamente. Gonçalves (2005) e Moura (2008), em entrevistas com professores de química chegaram a conclusões semelhantes sobre a importância dada pelos docentes às possibilidades de fazer uso das aulas de laboratório para verificação/confirmação de conteúdos aprendidos na teoria.

Borges (2002) ressalta que este objetivo pode ser um engano uma vez que o experimento é preparado de forma segura e adequada para fins didáticos e o acerto da AE é quase garantido antecipadamente. A atividade experimental, em geral, envolve estudos de um aspecto específico de uma lei ou teoria, e não de seus fundamentos. Amaral (1997) recomenda que as atividades experimentais sejam utilizadas propiciando discussões que permitam ao aluno perceber o teor

meramente didático de tais procedimentos. Hodson (1988) ressalta que, quando o aluno não compreende o caráter pedagógico do experimento, tende a exacerbar a importância dos resultados da atividade experimental acabando por construir uma concepção equivocada da relação entre teoria e observação.

É muito comum o professor de química atribuir demasiada importância ao uso de imagens para representações de substâncias, moléculas, fenômenos e etc, e talvez exatamente por isso também ressalte a necessidade da visualização nas atividades experimentais. Para estes professores, o "**ver**" estaria relacionado ao sair do abstrato (de mais difícil compreensão) para ir ao concreto (de entendimento mais fácil). Nesse sentido, acaba por fazer uso exagerado de metáforas, substituindo o sentido abstrato do conhecimento por analogias que tentam demonstrar praticamente aquilo que deveria ser apresentado ao aluno.

O uso de metáforas, analogias e imagens para explicar fenômenos nas aulas de ciências é denominado por Bachelard (1996) de obstáculo verbal. Para esse epistemólogo da ciência, o uso desses artifícios pode deixar o trabalho do professor mais fácil, entretanto pode vir a transmitir uma verdade não consistente ao aluno, uma vez que desgastam as verdades racionais tornando-as hábitos intelectuais. Ressalta ainda que as imagens que possam estar sendo visualizadas podem estar repletas de impressões pessoais e percepções dos sujeitos.

Segundo Bachelard (1996, p. 48):

> A visualização de conceitos e dos fenômenos não deve ser um objetivo de uma atividade experimental, pois uma ciência que aceita as imagens é, mais que qualquer outra, vítima das metáforas. Por isso, o espírito científico deve lutar sempre contra as imagens, contra as analogias, contra as metáforas.

Concordamos com Hodson (1985) no que se refere à existência de uma concepção epistemológica subjacente a qualquer situação de ensino, na grande maioria das vezes assumida de forma acrítica e tácita. Nas disciplinas científicas escolares, a concepção epistemológica subjacente é, de maneira quase exclusiva, o chamado empirismo-indutivismo, concepção esta que também pode ser observada nos sentidos empregados por considerável parte dos docentes nesta investigação quando aponta que um dos objetivos das atividades experimentais seja o de visualizar para verificar/comprovar/confirmar o que foi estudado nas aulas teóricas.

Essa concepção empírico-indutivista da natureza da ciência, já descrita e discutida no capítulo 2, que é caracterizada por afirmações como: observação é a fonte do conhecimento e todo o conhecimento deriva da experiência sensível (sensações e percepções); o conhecimento

científico é obtido dos fenômenos (aquilo que se observa), aplicando-se as regras do "método científico"; o conhecimento constitui-se em uma *sintese indutiva* do observado, do experimentado; a especulação, a imaginação, a intuição, a criatividade não devem desempenhar qualquer papel na obtenção do conhecimento científico e as teorias científicas não são criadas, inventadas ou construídas, mas *descobertas* em conjuntos de dados empíricos; influencia fortemente as orientações desses professores para a utilização das atividades experimentais como abordagem pedagógica.

III – Atividade Experimental como Facilitadora do Processo Ensino-Aprendizagem

P3 – *Muitas coisas que são ditas na teoria, e que eles não conseguem entender, quando são feitas nas aulas práticas são esclarecidas*.

P4 – *Fixação de conceitos já vistos em sala de aula.*

P6 – *Facilitar o aprendizado de química.*

P8 – *Fixar o conteúdo da aula teórica*.

P10 – *Consolidar o conhecimento adquirido.*

Cinco dos dez professores pesquisados e incluídos nessa categoria têm o entendimento de que a aprendizagem dos conteúdos científicos, por parte dos alunos, não se mostra significativa somente com as aulas teóricas uma vez que salientam em suas narrativas a importância das aulas experimentais para ***facilitar o aprendizado, consolidar o conhecimento,*** e para ***fixar e esclarecer o conteúdo*** dado na aula teórica.

A mesma interpretação foi feita por Gonçalves (2013) quando realizou a análise de discurso de um questionário encaminhado a 69 professores de biologia indagando-lhes os objetivos de suas aulas experimentais. Assim como a autora citada, identificamos nas respostas dos professores termos como ***facilitam***, ***esclarecem*** *e* ***melhor***, todos relacionados à compreensão dos conceitos científicos no laboratório didático. Podemos supor que pensar que as aulas experimentais facilitam o processo de ensino-aprendizagem de uma certa forma sinaliza sentidos que os professores atribuem às suas aulas teóricas, uma vez que estas seriam então ***mais complicadas*** e de ***difícil*** compreensão dos conceitos. Com esses discursos, os professores colocam em questão sua própria prática pedagógica nas aulas teóricas, uma vez que seria necessária a complementação com as aulas experimentais para que resultem em aprendizado.

Esse entendimento de atividade experimental como facilitadora da aprendizagem é criticado por Amaral (1997) quando o mesmo aponta que já se defendeu há algumas décadas que a aprendizagem por redescoberta proporcionaria ao aluno compreensão do conhecimento científico e de sua construção quando ele desenvolvesse o mesmo percurso experimental realizado anteriormente pelos cientistas. E, que o "fazer" atividades experimentais garantiria melhor aprendizado do que apenas "ouvir" as aulas.

> Nessa perspectiva, acreditava-se que se retirando o estudante da passividade do ouvir para atividade do fazer, se estaria propiciando, ao aluno, uma elaboração mental e, consequentemente, a compreensão de conceitos e fenômenos naturais. Entretanto, tal concepção mostrou-se enganosa, uma vez que, "movimentas as mãos", não significa necessariamente "movimentar as ideias" (AMARAL, 1997, p.12).

Assim como Moura (2008), do ponto de vista pedagógico, entendemos que as diferentes abordagens, teórica e experimental, são modalidades de ensino diferentes, nas quais conteúdos científicos são enfocados a partir de ângulos diferentes, de complexidades distintas e integrais, não se constituindo, portanto, como práticas pedagógicas complementares ou fragmentadas.

Amaral (1997) aponta que, frequentemente, há por parte dos professores uma visão hierarquizada na relação aula teórica e aula experimental e, que essa visão decorre do entendimento de aula experimental como complementar à aula teórica, mesmo que em alguns casos seja possível que a AE seja realizada antes mesmo da teoria. Defendemos, assim como o autor, que o fato de tal compreensão parece estar vinculada à ideia da experimentação como estratégia de ensino e não como abordagem pedagógica. O que diferencia uma estratégia de ensino de uma abordagem pedagógica é que a primeira consiste em algo isolado, pontual, como, por exemplo, a exibição de um filme ou uma palestra. No que se refere à diferenciação entre as abordagens teórico/experimental, Amaral defende que a noção de abordagem, implica na assunção do papel epistemológico da experimentação na produção de determinados conhecimentos científicos e no ensino deles.

Matos e Morais (2004) ressaltam que nem sempre o recurso à atividade experimental se traduz por melhor aprendizagem e por isso alguns autores defendem a necessidade da sua reconceitualização à luz de uma perspectiva construtivista social da natureza da ciência e da aprendizagem. Para esses autores, alguns problemas que se levantam acerca do uso do trabalho experimental nas aulas de ciências não se referem tanto à quantidade do trabalho experimental realizado, mas estão mais relacionados a uma questão de qualidade, de natureza, de contexto e de objetivos.

Investigações de diversos pesquisadores permitem concluir que grande parte do atividade experimental realizada é meramente ilustrativa, resumindo-se a experiências do tipo “receita”, apresentando sérias deficiências (GARCIA BARROS, *et al*., 1995), gerando pouca motivação nos alunos (BARBERÁ e VALDÉS, 1996) e favorecendo um tipo muito limitado de competências (HODSON, 1990). Esses autores apontam que tal como é implementado na sala de aula, em geral, as atividades experimentais são confusas, tanto do ponto de vista pedagógico como epistemológico, assim como pouco produtivas, e os alunos pouco aprendem de ciências, sobre ciências e dos seus processos.

IV – AE para Resolução de problemas

P5 – *O objetivo principal das aulas experimentais é mobilizar no aluno diferentes conhecimentos para resolver um problema.*

O professor P5 foi o único docente que mencionou que um dos objetivos das atividades experimentais seria o de resolução de problemas e, além disso, em nenhum trecho de seu texto, ele menciona tais atividades como estratégias didáticas que possam facilitar a aprendizagem, que objetivem comprovar teorias ou que sejam importantes para a formação técninca e profissional do estudante, como nas demais respostas.

No desenrolar dos seus argumentos ainda faz duras críticas, sequer levantadas pelos demais professores, ao laboratório didático do ensino médio-técnico relacionando-os com àqueles desenvolvidos no ensino superior nas universidades. Críticas que se referem à falta de estímulo à criativadade e à relevância dada à reprodução de dados já previstos por teorias ensinadas nas aulas teóricas. Destacamos alguns trechos de sua narrativa:

“... os laboratórios do ensino médio-técnico acabam reproduzindo a lógica falida que permeia as aulas práticas que encontramos na universidade.”

“Infelizmente, neste rico espaço a criatividade não é estimulada e, muitas vezes, o que importa é a reprodução de resultados "esperados" para reforçar o "peso" da teoria ou lei estudada”.

O docente P5 parece estar de acordo com autores como Pozo e Echeverría (1988), defendendo que uma das formas mais acessíveis de proporcionar aos alunos que aprendam a aprender é a utilização da resolução de problemas como metodologia de ensino. A solução de problemas baseia-se na apresentação de situações abertas e sugestivas que exijam dos alunos uma atitude ativa ou um esforço para buscar suas próprias respostas, seu próprio conhecimento.

O ensino baseado na solução de problemas pressupõe promover nos alunos o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis, para dar resposta a situações variáveis e diferentes.

No conhecido projeto Delors (2011) é defendida a ideia de que uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam o estímulo de questionamentos de investigação no ensino de ciências é a experimentação. Nessa perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado. No entanto, essa metodologia não deve ser pautada nas aulas experimentais do tipo "receita de bolo", em que os aprendizes recebem um roteiro para seguir e devem obter os resultados que o professor espera, tampouco apetecer que o conhecimento seja construído pela mera observação.

Pesquisadores Hoffmann (2001), Perrenoud (1999) e Luckesi (2003) suportam que experimentação pode ser utilizada para demonstrar os conteúdos trabalhados, entretanto utilizar as atividades experimentais na resolução de problemas pode tornar a ação do educando mais ativa. No entanto, para isso, é necessário desafiá-los com problemas reais; motivá-los e ajudá-los a superar os problemas que parecem intransponíveis; permitir a cooperação e o trabalho em grupo; avaliar não numa perspectiva de apenas dar uma nota, mas na intenção de criar ações que intervenham na aprendizagem

V – AE para o Ensino do "Método Científico"

P9 – *"Como a química é uma ciência e uma das etapas do método científico é a experimentação, não temos que justificar como objetivos a necessidade de aulas experimentais em química. Atender é apenas respeitar a essência da ciência."*

É freqüente, em pesquisas que analisam concepções de professores de ciência sobre suas práticas pedagógicas, encontrar ideias sobre o ensino do "método científico". Em nossa hipótese inicial de pesquisa, pensamos que surgiria de forma mais relevante, por parte dos docentes, a ideia de ensinar o "método científico" e suas etapas como um dos objetivos do laboratório didático, uma vez que tal objetivo aparece de forma expressiva na literatura. Surpreendemo-nos, de certa forma, que apenas um único professor afirmasse de forma tão contundente e explícita, a importância do ensino do método científico em sua aulas experimentais.

Como afirmado pelo professor P9, em geral, o que se espera na aula experimental é que o aluno aprenda ou adquira uma apreciação sobre o “método científico”. A compreensão subjacente a essa intenção é a de que fazer ciência significa descobrir fatos e leis pela aplicação de um método experimental indutivo, ou seja, uma compreensão empírico-indutivista da ciência. A motivação para a atividade experimental dos cientistas é verificar se suas próprias idéias estão corretas. Tal concepção assume que exista um único “método científico” que pode ser adequadamente representado como uma seqüência de etapas, como um algoritmo. Essa concepção do papel das atividades práticas e as suas conseqüências para a aprendizagem de ciências já foram discutidas por vários autores e estão minuciosamente descritas no capítulo 2 (HODSON, 1986; MILLAR, 1987; MOREIRA e OSTERMANN, 1993).

Segundo Hodson (1988), há uma ingenuidade inerente a esse entendimento que consiste em assumir que os dados são imediatos, no sentido de que são lidos diretamente da parcela observada do mundo, e não problematizados a partir de aportes teóricos. Tudo o que o cientista precisa fazer é selecionar quais os fenômenos ou aspectos da realidade deseja investigar e, então, aplicar o método científico. A natureza/realidade se encarregará de produzir as respostas do tipo sim/não para as suas indagações. Esta concepção assume também que os professores e estudantes percebem o propósito de um experimento escolar em ciências de forma clara, igual e inequívoca, o que os conduzirá à descoberta de novos fatos e leis, conforme prescrito pelo roteiro de atividades.

Há várias décadas, é amplamente questionada a idéia de que a descoberta seja um processo, ou um conjunto hierárquico de processos lógicos. Apesar de que os informes e relatos das descobertas científicas especialmente como apresentado nos livros escolares e pelos meios de comunicação, sugerem para o leigo que as descobertas científicas resultam do acúmulo de vastos conjuntos de observações detalhadas e repetidas acerca de um fenômeno segundo as prescrições do método científico, ou então resultem de idéias inspiradas de mentes geniais, porém, uma vasta literatura científica mostra que o processo é bem diferente disso.

Os cientistas utilizam métodos, mas isso não significa que **haja** *um método científico* **que determine exatamente como fazer para produzir conhecimento**. O laboratório pode proporcionar excelentes oportunidades para que os estudantes testem suas próprias hipóteses sobre fenômenos particulares, para que planejem suas ações, e as executem, de forma a produzir resultados dignos de confiança. Para que isso seja efetivo, deve-se programar atividades de explicitação dessas hipóteses antes da realização das atividades. (BORGES, 2002).

IV.1.2 - Análise da Terceira Pergunta do Questionário

Pergunta 3 – É comum nas aulas experimentais que você leciona ou já lecionou a abordagem histórico-filosófica? Se a resposta for SIM, por favor, descreva como essa abordagem histórico-filosófica foi realizada.

Metade dos dez professores pesquisados quando questionados se realizavam alguma abordagem histórico-filosófica em suas atividades experimentais, respondeu que não a faziam. Os demais pesquisados que afirmaram fazer uso desse tipo de abordagem a descreveram e, através da análise textual discursiva dessas descrições, buscamos identificar unidades de análise de significados próximos que nos levaram a propor quatro categorias que estão apresentadas na tabela 3. Em seguida, selecionamos trechos das respostas correspondentes às categorias propostas.

Tabela IV.3: Categorização das respostas da pergunta 2 do questionário dos professores

	Categorias	**Professores**
VI	Ensino de História das Técnicas	P7
VII	Abordagem CTSA	P3 P5
VIII	Ensino do Método Científico	P9
IX	Contextualização Histórica	P4

Categoria VI – Ensino de História das Técnicas

P7 – *Evolução das técnicas desde o princípio físico-químico da técnica, os primeiros equipamentos até os equipamentos atuais*.

Categoria VII – Abordagem CTSA

P3 – *O que verificamos faz parte de um contexto intimamente ligado com o que cada população, ao longo dos anos, cria e proporciona ao meio*."

P5 – *Impacto para sociedade essa técnica corretamente aplicada, ou quais avanços trouxe para o homem e o meio ambiente após sua modificação*".

Categoria VIII – Ensino do "Método Científico"

P9 – *Método Científico....o estudante deverá apresentar a sequência o método científico... e cito exemplos de descobertas ao longo da história que demonstram a aplicação do método científico.*

Categoria IX – Contextualização Histórica

P4 – *Em aulas que digam respeito à gases, faço questão de enfatizar que o modelo do gás ideal foi construído em cima de leis fenomenológicas observadas em diferentes momentos (Boyle, séc. XVII; Charles séc. XVI; Avogadro e Gay-Lussac no início do séc. XIX e Clapeyron em 1834 com a equação do GI).*

Na educação científica das últimas décadas, tem ocorrido uma ampla defesa (BRAGA et al., 2012) pela incorporação dos estudos da história e da filosofia da ciência e da tecnologia. A inserção desses conhecimentos toma importância pela oportunidade que nos trazem de mergulhar no passado e encontrarmos os produtores dos conhecimentos mais antigos, bem como suas angústias, preocupações, dificuldades e certezas. Acredita-se que conhecendo a história, podemos conhecer o processo pelo qual a ciência e a tecnologia foram construídas, percebendo-as como uma produção cultural, que fizeram parte de contextos específicos.

Quando o professor P7 relata trazer para suas aulas de laboratório didático a *história das técnicas*, ou mais especificamente das *transformações dos equipamentos ao longo do tempo*, pensamos em um primeiro momento em se tratar de uma abordagem CTS que, apesar de ter diferenças consistentes no que é defendido por abordagem histórico-filosófica, seria um indicativo importante e inovador para as atividades experimentais nesse contexto escolar. Entretanto, considera-se que o enfoque CTS é uma abordagem para o ensino de ciências diferente do que retrata o docente.

O enfoque CTS inserido nos currículos é um impulsionador inicial para estimular o aluno a refletir sobre as inúmeras possibilidades de leitura acerca da tríade: ciência, tecnologia e sociedade, com a expectativa de que ele possa vir a assumir postura questionadora e crítica num futuro próximo. (PINHEIRO et al., 2007). Auler (2007), estudando os pressupostos CTS para o contexto brasileiro, escreve que os objetivos da educação CTS podem ser sintetizados em: (i) promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência-tecnologia (CT); (ii) adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico; (iii) formar cidadãos científica e

tecnologicamente alfabetizados capazes de tomar decisões informadas e desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual.

A sociedade moderna está bastante ligada à Tecnologia. Os nossos hábitos e rotinas são, de tempos em tempos, modificados, mais ou menos intensamente e de forma mais ou menos explícita, pela influência de aparatos tecnológicos que chegam e passam a ocupar os espaços cotidianos, tornando-se, em tempo reduzido, indispensáveis ao dia-a-dia e às relações sociais.

Entretanto, há diversos autores que criticam a visão ingênua de Tecnologia e a sua tentativa de definição equivocadamente reduzida a dois grandes grupos: os que vêem a tecnologia como sinônimo de técnica e os que entendem Tecnologia como Ciência aplicada (BAZZO et al., 2003). Reduzir Tecnologia à técnica e a história da técnica à história das transformações de equipamentos científicos no tempo parece ser um equívoco demonstrado pelo professor P7 em sua resposta sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

De acordo com Echeverria (2000):

> [...] a "história da técnica não é só a história dos artefatos ou dos conhecimentos técnicos, mas sim toda a história das ações e resultados produzidos graças a eles", e que "filosofia da técnica não é só uma teoria do conhecimento técnico, mas também uma ação guiada por este conhecimento". Isso deixa claro que não é possível reduzir a relação tecnologia e sociedade a uma relação baseada em artefatos, visto que estes artefatos possuem uma história socialmente construída e, ao surgirem, provocam uma re-estruturação no meio social onde surgem.

Os professores P3 e P5 afirmam em suas respostas a preocupação em relacionar o *impacto da técnica para a sociedade e o meio ambiente*. Esses docentes parecem intentar fazer uma abordagem CTS em suas AE, mesmo empregando equivocadamente o termo técnica, como sinônimo de tecnologia, entretanto, demonstram ter uma visão um pouco mais ampla das técnicas e suas aplicações quando as relacionam com a sociedade e o meio ambiente.

Segundo Chrispino (1992) recentemente, frente às dificuldades causadas pelas consequências do uso de tecnologias mais especialmente no meio ambiente, tais como efeito estufa, acidentes petrolíferos, buraco na camada de ozônio etc, o Movimento CTS ganhou novos adeptos. Era necessário que a sociedade percebesse os riscos que podem trazer o uso não responsável de conhecimentos e tecnologias para o individuo, para a coletividade e para o ambiente. Surge então um movimento derivado intitulado CTS+A ou CTSA: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente que, na verdade, resgata a origem do Movimento CTS, produzido por conta da preocupação dos impactos tecnológicos sobre o meio ambiente na década de 60.

Quando o professor P5 ressalta a importância de se discutir o *impacto da aplicação* ***correta da técnica*** *para com a sociedade e os* ***avanços que trouxe*** *para o homem e o meio ambiente,* acaba por trazer para o laboratório didático algumas das visões inadequadas de ciência O uso dos termos **correta** e **avanço** sugere visões deformadas, ou inadequadas, de ciência e da tecnologia como sendo neutra, cumulativa e infalível, assim como a de crescimento linear do conhecimento das técnicas ao longo do tempo e que essa "evolução" tenha sido algo positivo para a sociedade e o meio ambiente. Quando o professor P7 enfatiza o ensino da história das técnicas, *desde os primeiros equipamentos até os atuais*, ressalta, assim como o professor P5, as ideias de avanço e linearidade para as técnicas e seus equipamentos ao longo da história da humanidade.

A menção feita pelos professores P5 e P7 ao ensino da técnica e habilidades manipulativas através das atividades experimentais aponta para uma visão dessas atividades como estratégias de ensino para a aprendizagem de habilidades práticas, manipulativas e instrumentais. Tais ideias corroboram também com a crença de que as aulas de laboratório didático, através do ensino das técnicas, têm a finalidade de formar e capacitar o aluno para a sua futura função laboral, como foi constatada de forma ainda mais explícita na questão 2 do questionário.

De acordo com Millar (1988), aprender a usar equipamentos e instrumentos específicos, medir grandezas físicas e realizar pequenas montagens, são coisas que dificilmente os estudantes têm oportunidade de aprender fora do laboratório escolar. Concordamos com o autor que dentro de cada laboratório há um conjunto básico de técnicas que pode (e deve) ser ensinado e que forma uma base experiencial sobre a qual os estudantes podem construir um sistema de noções que lhes permitirão relacionar-se melhor com os objetos tecnológicos do cotidiano e do seu futuro trabalho. Consideramos relevante para a educação científica de jovens no ensino médio, profissionalizante ou não, aprender a fazer observações guiadas por teorias, a registrar dados, trabalhar com variáveis, reconhecer e manipular alguns instrumentos científicos, formular hipóteses, pensar em problemas e construir metodologias para sua resolução, interpretar dados científicos e saber registrá-los, assim como compreender toda a construção social e histórica do conhecimento científico através dessas atividades.

Entretanto, mesmo em uma escola de ensino médio profissionalizante, um percentual pequeno dos estudantes segue carreiras técnico-científicas e, portanto, não se justificaria um número excessivo de AE (como descrito no capítulo 1) que enfocasse única e exclusivamente o ensino de técnicas com o objetivo de desenvolver tais habilidades. As atividades experimentais não se esgotam apenas em suas técnicas e o desenvolvimento de habilidades manipulativas. Defendemos que algumas AE possam ter um caráter mais instrumental, mas esse não pode ser o

objetivo da grande maioria dessas atividades. Pensamos que elas devam também envolver discussões de cunho social e histórico-filosófico. Barberá e Valdés (1996) destacam que as atividades experimentais deveriam desenvolver atitudes e destrezas cognitivas de alto nível intelectual e não apenas destrezas manuais ou técnicas instrumentais que se esgotem em si mesmas. Osborne (1998) propõe uma reflexão relevante e contemporânea sobre essas atividades quando questiona se seriam essas as destrezas exigidas por uma sociedade cada vez mais tecnologizada.

Nas categorias (VI, VII e IX), seria necessário um mergulho na prática docente desses professores para compreender melhor se as abordagens que descrevem são apenas “introduções históricas” ou “contextualizações simplistas”, no sentido de apenas mencionar fatos históricos ou controvérsias contemporâneas com o objetivo de iniciar uma aula experimental e tentar motivar seus alunos chamando a atenção para a atividade experimental em si que será desenvolvida sem que essa necessariamente esteja relacionada com tais introduções e contextualizações. Nesses casos, acreditamos que uma entrevista com os docentes ou presença em suas aulas experimentais poderia sanar essas dúvidas porque, apenas com as respostas do questionário, a princípio, defendemos que nem abordagem histórico-filosófica e nem mesmo um enfoque CTS ou CTSA seja realizado por esses docentes devido, principalmente, a colocações ingênuas e o uso de significados equivocados sobre seus laboratórios didáticos.

O professor P9, sendo novamente o único que menciona o “método científico” em sua resposta, reafirma sua crença no ensino desse método no laboratório didático detalhando, nessa terceira questão, essa abordagem e sugerindo que o estudante seja apresentado à sequência desse “método científico” e conheça exemplos históricos que demonstrem suas aplicações.

Reiterando a sua colocação na questão anterior, o professor P9 faz mais referências ao ensino do “método científico” e de sua sequência, assim como defende realizar uma abordagem histórico-filosófica, uma vez que menciona *citar exemplos de descobertas ao longo da história que demonstram a aplicação do método científico*. Interessante notar que a ideia insistente quanto ao “método científico” permeia todo o discurso do docente, fazendo parte dos objetivos de sua prática e até mesmo do que ele afirma ser sua abordagem. E vai além, podemos dizer que ensinar o método científico, com suas etapas e sua história, é o ponto central de toda sua atividade experimental. Não parece haver qualquer outro propósito para tal atividade.

Estabelecendo-se uma relação entre as respostas das questões 2 e 3 do professor P9, sugerimos, inequivocadamente, que tal docente tem uma forte crença de que as atividades

experimentais desenvolvidas nos laboratórios didáticos cumprem, quase que única e exclusivamente, o papel de ensinar o “método científico” através da aplicação de suas etapas, de sua sequência, de forma rígida, algorítmica, inquestionável e infalível.

Conclusões parciais...

Pelo grande número de docentes que afirmou não realizar abordagem histórico-filosófica e por não termos encontrado uma descrição dessas abordagens que explore os pressupostos de uma educação científica com base nos conhecimentos de natureza da ciência, poderíamos, em um primeiro momento, concluir que nenhuma visão de ciência é transmitida no laboratório didático. Poderíamos pensar que, como os docentes acreditam não fazer menção explícita a determinadas crenças de ciência e tecnologia no laboratório didático, então o desenvolvimento dessas AE seria neutro no que ser refere às visões de natureza da ciência.

Entretanto, apesar de não defenderem ou acreditarem que suas aulas experimentais não possuam alguma concepção epistemológica de ciência associada, uma vez que muitos afirmam que nem ao menos abordam história e filosofia da ciência no laboratório, os professores participantes dessa pesquisa apresentam sim, no desenvolvimento dos experimentos, visões de natureza da ciência muito claras e as demonstram para seus alunos, de forma implícita e em muitos trechos de seus textos, de forma explícita.

Foi interessante notar na análise textual discursiva das duas perguntas respondidas pelos professores, que suas visões de natureza da ciência se mostraram mais perceptíveis na pergunta que questionava sobre os objetivos de seus laboratórios didáticos do que naquela que questionava a presença ou não de abordagem histórico-filosófica. Na nossa hipótese inicial de investigação, imaginamos que aconteceria o inverso, pois, *a priori*, acreditávamos que a pergunta 1 do questionário estaria associada a fundamentações pedagógicas dos docentes, enquanto que a pergunta 2 estaria mais intimamente ligada às questões epistemológicas.

Nesse momento, é imprescindível retomar ao que afirma Hodson (1985) sobre o ensino: “*Sempre há uma concepção epistemológica subjacente a qualquer situação de ensino, nem sempre explicitada e muitas vezes assumida tácita e acriticamente*.” Nesse sentido, pelos textos construídos nas respostas, acreditamos que a concepção epistemológica subjacente é a visão empírico-indutivista de ciência, de cunho positivista. Nesta visão, a função da experimentação é

comprovar a teoria, por meio de uma abordagem tradicional “do demonstrar para verificar”, contribuindo claramente para manter a hegemonia de uma Ciência tida como objetiva, neutra e apoiada em teorias originadas apenas da observação.

Pela ausência de defesa bem fundamentada por parte dos docentes da visão empírico-indutivista de ciência, transmite de certa forma ingenuamente em suas narrativas, acreditamos que a manutenção da ideia hegemônica da Ciência e da Tecnologia ocorra em conseqüência de uma lacuna na formação docente, especificamente no que se refere ao ensino de História e Filosofia da Ciência, que acaba por oferecer aos licenciandos de química uma formação pedagógica “ambiental”, a qual Maldaner (2000) define como àquela “adquirida” por meio da reprodução das ações dos professores com os quais tiveram contato ao longo da sua vida escolar e acadêmica, ou seja, uma formação pouco refletida e fracamente fundamentada que vem sendo duramente criticada pelos pesquisadores da área de ensino de ciências.

Quando se pretende essa compreensão contextualizada do conhecimento científico no tempo, no espaço e em sua relação com outros saberes, é necessário relembrar que a concepção que se tem sobre a ciência estará sempre refletida, explícita ou implicitamente, em todas as iniciativas educacionais que digam respeito a ela, desde a seleção e abordagem de conteúdos, até as metodologias educacionais utilizadas nos processos de ensino e aprendizagem e aquelas presentes na formação de professores no ensino superior. Não basta inserir conteúdos de História e Filosofia da Ciência na sala de aula sem admitir que qualquer prática educativa reflete as concepções que os professores têm sobre o trabalho científico, transmitindo, implícita ou explicitamente, uma visão sobre a natureza da ciência (FORATO et al., 2011). Um olhar atento pode identificar discrepâncias entre uma concepção de ciência como uma construção humana, social, influenciada por fatores culturais, e um relato histórico que traz, implicitamente, uma ciência puramente empírica e neutra, produtora de verdades absolutas que desconsidera debates, controvérsias e rupturas em sua história.

As respostas à pergunta 3 reforçam o entendimento que tivemos a partir da questão anterior: a de que a capacitação técnica do aluno para sua formação profissional é vista por esses professores como um dos objetivos mais relevantes das AE e, para isso, é necessário que aprendam bem as técnicas, suas evoluções e suas relações com a sociedade.

Dentre as narrativas, apenas um professor, o P4, exemplificou uma abordagem que parece ser uma contextualização histórica da prática de laboratório, fazendo uma breve descrição da história da evolução dos modelos dos gases. É necessário questionar se essa descrição estaria

mais relacionada a uma breve introdução do tema com uma pseudo-história ou o que alguns autores consideram como “anedotas históricas” ou uma abordagem histórica como vem sendo defendida por autores como Mathews (1995), Martins (2000) e Forato et al. (2011).

Sobre introduções históricas de longos períodos como forma de contextualizar ou iniciar um tema científico e o uso de pseudo-história e anedotas, Forato et al. (2011) afirma que:

> Um exemplo de anacronismo é a reconstrução linear de episódios da História da Ciência. Embora defendida por alguns professores como útil para ensinar conceitos científicos [...] tais narrativas trazem uma seleção apenas dos fatores que contribuem para uma reconstrução ordenada das etapas da criação de teorias e conceitos científicos aceitos pela ciência contemporânea. As ideias e os acontecimentos do passado são organizados como se o desenvolvimento da ciência seguisse etapas encadeadas logicamente, cujo resultado final seria fatalmente encontrado. Essas distorções costumam aparecer nas grandes sínteses, ou seja, narrativas históricas que tentam descrever um período muito longo da história. Muito comuns no ambiente no ambiente escolar são as anedotas e lendas sobre personagens históricos. Elas transmitem a visão do desenvolvimento da ciência como sendo fruto do acaso, produzido por pessoas que “descobrem verdades universais” observando fatos corriqueiros, por meio de *insights*. Com isso, são ignorados todos os fatores conceituais da ciência e os elementos contextuais de cada cultura que estiveram envolvidos no desenvolvimento de um determinado conhecimento científico. **Não raro, a história se resume a um tipo de calendário, repleto de datas, nomes e descobertas geniais (grifo nosso).** É fácil perceber que a imagem de ciência e de sua construção, fomentada por lendas e anedotas, conflitam diretamente com a visão perseguida como adequada pelas pesquisas em ensino de ciências. (FORATO et al., 2011, p. 39).

IV.2 - Análise Textual Discursiva das Respostas dos Alunos

Pergunta 1 – Do seu ponto de vista, quais foram os objetivos das disciplinas experimentais que você já cursou?

Como segunda fonte de dados dessa pesquisa, analisamos os sentidos atribuídos às atividades experimentais, na perspectiva da análise textual discursiva, presentes nas respostas dos alunos da pergunta 1 do questionário, considerando as relações de sentidos construídas por esses sujeitos em sua vida social, principalmente a escolar, como suas visões de suas próprias posições em sala de aula no papel de aluno, suas concepções de ciência, das razões de estar cursando o nível médio profissionalizante (por vontade própria ou não), pelo que pensa sobre o ensino de química e o papel do laboratório e etc.

Assim sendo, devemos estar atentos a todo instante dessas análises que esse aluno, sujeito discursivo, é interpelado pela ideologia e é impregnado pelas palavras de outros, instalando, modificando, rompendo ou apropriando-se de dizeres pré-existentes, atravessado pelas imagens que constrói de si próprio e de seus interlocutores (Pêcheux, 2009).

> A relação de sentido postula que não há discurso original - todo discurso faz parte de um processo: é determinado por dizeres prévios e aponta para dizeres não ditos. No mecanismo da antecipação, o sujeito coloca-se no lugar do destinatário e, dessa maneira, pode prever o efeito de suas palavras. O locutor regula seu discurso conforme os efeitos que tenciona reproduzir no interlocutor. Na relação de forças, o sentido das palavras é regulado de acordo com o lugar social ocupado pelo sujeito-falante (PÊCHEUX, 2009).

Tabela IV.4: Categorias da ATD das respostas dos alunos

	Categorias	**Alunos**	**N. de alunos**
I	AE para Formação/Capacitação Técnica e Profissional	A1 A3 A4 A5 A11 A12 A13 A14 A15 A16	10
II	AE para Visualização/Verificação da teoria	A1 A3 A4 A5 A6 A7 A9 A11 A16	9
III	AE como Facilitadora do Processo Ensino-Aprendizagem	A2 A5 A6 A7 A8 A10 A11 A13	8

Na lista abaixo, descrevemos as respostas completas dos 16 estudantes à pergunta do questionário e, sublinhadas, as unidades de análise que identificamos sentidos que a partir das quais construímos categorias de significados semelhantes.

A1 – Demonstrar e provar as teorias aprendidas em sala de aula além de nos manter em contato com o que faremos pela frente, como a função dos equipamentos e de como manuseá-los.

A2 – Eu acho que de alguma maneira as aulas de laboratório ajudam a entender a matéria e você consegue ver melhor o que até então só foi explicado em teoria e que às vezes não foi compreendido.

A3 – Acredito que o principal objetivo das aulas práticas é que os alunos, e por consequência, futuros profissionais, aprendam na prática toda a matéria e o conteúdo apresentado e discutido em sala de aula.

A4 – Compreender as aplicações práticas do que vimos e estudamos nas aulas teóricas. Aprender técnicas que poderão ser usadas caso formos exercer a para exercer a profissão do curso técnico.

A5 – Mostrar na prática como ocorre um fenômeno químico ou como funciona certa aparelhagem, além de mostrar algumas coisas com as quais podemos vir a trabalhar um dia, ou seja, o objetivo é aprimorar o conhecimento muitas vezes visto em sala de aula.

A6 – As aulas práticas têm como objetivo ir além do conhecimento teórico adquirido em sala de aula, tendo em vista que o experimento facilita o entendimento do aluno.

A7 – Comprovar e demonstrar as teorias vistas em sala de aula para que haja um maior entendimento do aluno sobre o que foi dito.

A8 – Os professores dão determinada matéria e, de acordo com estas, realizamos as práticas para que possamos absorver melhor o conteúdo aprendido e realmente praticá-lo.

A9 – Mostrar as aplicações dos conteúdos que aprendemos na sala, na prática, porque se partirmos da ideia de que tudo que aprendemos na sala tenha vindo de experimentos que fizeram há muito tempo, ou até mesmo algo mais recente, temos como ver no laboratório como funciona na prática.

A10 – Auxiliar o melhor entendimento da teoria, a visualização do que foi visto na teoria é indispensável para o melhor entendimento.

A11 – O objetivo das aulas é mostrar na prática o que aprendemos na teoria. Isso facilita o entendimento dos alunos sobre aquela matéria. A aula experimental também tem o objetivo de ajudar o aluno a entender não só como é realizado o experimento, mas como ele deve se portar no laboratório.

A12 – Aplicar/observar os conteúdos aprendidos em sala que terão importância após o término do curso: no trabalho ou estágio.

A13 – Os objetivos das aulas experimentais foram facilitar o processo de aprendizagem, visando maior entendimento do conteúdo por parte dos alunos, além de melhorar a fixação de alguns conceitos aprendidos em sala de aula, aumentando também o interesse pelo curso técnico.

A14 – Adquirir o conhecimento necessário para que possamos seguir com o curso e sejamos qualificados o suficiente para exercer a profissão.

A15 – Expor aos alunos como funciona na prática aprender e assim ter a vivência de manusear equipamentos e preparar soluções, testes que serão úteis para um futuro estágio; emprego. Além de disciplinar quanto ao uso de EPIs fundamentais numa prática.

A16 – Acredito que as aulas práticas tenham como objetivos formação profissional, preparo do técnico para atuação no seu emprego e observar na prática a teoria dada.

As três categorias construídas pelas semelhanças de significados das unidades de análise apresentam ideias muito próximas às categorias encontradas nos discursos dos professores e, por essa razão, serão analisadas de forma conjunta uma vez que a grande parte das reflexões e considerações acerca dessas ideias já foram tecidas nas análises das respostas dos docentes.

Assim como os professores, uma grande parte dos estudantes, dez dos dezesseis participantes da pesquisa, ou seja, mais da metade, afirma que a realização da atividade experimental está relacionada à sua formação técnica e que a aprendizagem adquirida ou "absorvida" através dos experimentos será utilizada no seu futuro profissional, no seu futuro ambiente de trabalho ou de estágio. Esses sentidos atribuídos ao laboratório didático podem ser identificados nas unidades de análise que fizeram parte da Categoria 1 para os estudantes e que encontram eco na Categoria X para os professores.

As Categorias 2 e 3 que estão relacionadas aos objetivos das AE como de visualizar/verificar a teoria e de facilitadora do processo de ensino-aprendizagem também são identificadas na grande parte dos dizeres dos alunos coincidindo com os sentidos atribuídos também pelos professores. O vocabulário utilizado pelos alunos apresenta certa peculiaridade em relação ao dos docentes por aparecerem mais frequentemente as expressões como "*mostrar na prática*" e "*mostrar suas aplicações práticas*" enquanto para os docentes encontramos as expressões "ver" e "visualizar". Assim como para os professores, para os alunos essas expressões vêm sempre acompanhadas de outras como "para aprender melhor" ou de "confirmar a teoria" complementando seus sentidos.

Em nenhuma das 16 respostas dos alunos apareceram os termos "método científico" e "resolução de problemas", assim como apenas 1 aluno menciona a importância de se aprender "a técnica". Também não encontramos nos textos dos estudantes qualquer menção à tecnologia,

meio ambiente ou sociedade, assim como qualquer termo ou expressão que lembrasse alguma contextualização, introdução ou abordagem histórica, social ou filosófica.

Os professores demonstram um espectro mais amplo para os objetivos do laboratório didático: visualizar na prática o que foi visto na teoria, confirmar e provar a teoria ensinada na aula, formação técnica e profissional do aluno, melhorar a aprendizagem dos conteúdos estudados em sala de aula, ensinar o método científico e suas etapas, ensinar técnicas, ensinar história das técnicas e dos conceitos, relacionar o ensino das técnicas com a sociedade e o meio ambiente. Entretanto, os estudantes parecem entender que as atividades experimentais apresentam objetivos mais simples e imediatos e desta forma os descrevem criando um espectro de possibilidades um pouco mais reduzido, limitados a apenas três: comprovar as teorias, melhorar a aprendizagem e a formação técnica e profissional.

É interessante notar que nem todos os sentidos atribuídos aos experimentos pelos professores são encontrados nos textos dos estudantes, entretanto, há três objetivos principais que apareceram com maior frequência, de forma mais relevante e explícita em todos os discursos: as atividades experimentais para a formação técnica, para melhorar a aprendizagem e para provar teorias. Percebemos que o discurso dos docentes é reproduzido, em grande parte, nos dizeres dos alunos.

Pensamos, assim como Pêcheux (2009) que "*a linguagem tem um compromisso com o processo histórico-social, e os efeitos de sentidos têm origem na constituição dos interlocutores e do contexto como elementos da significação. Como o inconsciente do sujeito é histórico, e se constitui na ação e convivência com o pré-construído, é institucionaliza a ideologia dominante. Na sociedade há culturas diferentes, e a relação entre elas é demarcada, isto é, há uma cultura dominante e a outra dominada. Assim, a ideologia dominante é determinada pelo inconsciente porque está internalizada no sujeito* (PÊCHEUX, 2009).

Acreditamos que a relevância dada pelos professores "ao ver na prática o que foi dado na teoria" e "à aplicação e o ensino das técnicas em suas aulas experimentais", assim como a convicção de que essas atividades estão diretamente relacionadas à formação técnica e profissional do estudante, está fortemente impregnada pelo contexto histórico-cultural da instituição na qual trabalham lecionam, pelas relações sociais construídas historicamente e pela cultura escolar dominante de **educação para a formação profissional**. Essa cultura dominante é claramente incorporada pelos estudantes, uma vez que tais discursos são reproduzidos por eles e que não encontramos em nenhuma das respostas dos dezesseis pesquisados qualquer tipo de

discordância ou crítica a esses objetivos. Também é interessante notar que esses estudantes ainda se encontravam no quarto período do curso, ou seja, no início do segundo semestre do segundo ano, ou seja, em menos de 2 anos e mesmo terem cursado apenas as primeiras disciplinas de química, já se apropriaram do discurso demarcado pela cultura escolar peculiar à esta instituição.

Os estudantes parecem também aceitar, acriticamente e passivamente, a ideia de que os experimentos facilitam o aprendizado dos conceitos e conteúdos teóricos. Transmitem a mesma ideia que já foi discutida nas respostas dos professores de que essas atividades experimentais são indispensáveis, uma vez que apenas com as aulas teóricas não seria possível o pleno aprendizado da matéria dada. Assim, reproduzem os dizeres dos professores no que se refere à ideia de complementariedade das aulas experimentais às teóricas, além de as defenderem como importantes para sua formação técnica. Se entendermos que os estudantes atribuem às aulas experimentais a responsabilidade da complementação de seu aprendizado, da sua formação profissional e ainda da comprovação do que foi visto conceitualmente na sala de aula, fica a pergunta neste trabalho: Qual a relevância para professores e alunos das aulas teóricas em sala nessa instituição?

IV.3 - Análise Textual Discursiva dos Roteiros das AE de Físico-Química 1 e 2

Como terceira fonte de dados, realizamos a análise textual discursiva dos 11 roteiros dos experimentos realizados nas aulas experimentais de físico-química 1 e físico-química 2 dos cursos de nível médio profissionalizante do campus Rio de Janeiro da Instituição de ensino pesquisada. Esses roteiros, com os procedimentos e etapas dos experimentos, são disponibilizados aos estudantes por meio físico e digital.

Os roteiros, em geral, apresentam pouca informação além das etapas a serem seguidas instrumentalmente no laboratório didático de físico-química. Assim, como forma de enriquecer essa análise, nos propusemos a relatar alguns detalhes sobre as realizações dessas atividades experimentais. Para melhor organização do trabalho, dividiremos essa sessão em dois momentos: no primeiro teremos a descrição feita pela autora dessa dissertação, docente de físico-química dessa instituição estudada, sobre o laboratório didático no qual atua e no segundo, a ATD dos experimentos.

IV.3.1 - Detalhes Sobre as Aulas Experimentais de Físico-Química

As disciplinas de físico-química 1 e 2 fazem parte da grade curricular do segundo ano de todos os cursos de ensino médio profissional da instituição em questão havendo pouquíssimas alterações nos conteúdos ensinados assim como nas aulas de laboratório desenvolvidas. Essas disciplinas, no campus no qual a professora leciona, são ministradas por um grupo de aproximadamente 8 professores, isso pelo menos nos últimos 10 anos. As atividades experimentais são sempre realizadas com a presença de 2 professores, o professor titular da turma e um segundo professor para garantir a qualidade do ensino e a segurança de todos no ambiente de laboratório, uma vez que, em muitas situações, podem ocorrer aulas experimentais com a presença de mais de 20 alunos no laboratório.

É acordado entre os professores dessas disciplinas que as apostilas com os roteiros e procedimentos sejam as mesmas para todos os professores e todas as turmas. Os roteiros são fixos e pré-determinados e não é permitido ao aluno qualquer participação na construção ou sugestão de alterações nas etapas instrumentais a serem cumpridas no laboratório. As aulas de laboratório didático acontecem, aproximadamente, a cada três semanas e são disponibilizadas em torno de 3 horas para o desenvolvimento de todo o experimento. Algumas adaptações podem ocorrer nessas prescrições de acordo com a programação pedagógica de cada professor, porém, em geral, ocorrem poucas variações. Nas disciplinas de físico-química 1 e 2, em dois períodos consecutivos, são realizados de 10 a 11 experimentos de um total de aproximadamente 120 experimentos desenvolvidos somente nas disciplinas de química durante os 4 anos dos cursos médio profissionalizantes.

Uma vez que há sempre um segundo professor acompanhando e auxiliando o ensino dos estudantes no laboratório didático (assim como um monitor bolsista que auxilia no preparo de reagentes e equipamentos) é também acordado entre os professores que a forma como tais experimentos serão realizados não sofra modificações significativas. Assim, no dia do experimento todos os professores realizam uma aula teórica prévia à aula experimental antes de irem para o laboratório, e as etapas instrumentais são desenvolvidas de forma similar por todos os professores, assim como a avaliação da atividade, feita sempre por meio de um relatório entregue pelos alunos ao fim dos experimentos ou em um prazo de até 15 dias. A nota recebida é dada de acordo com o resultado do experimento (acerto ou erro) e a desenvoltura e o engajamento do aluno durante a atividade realizada. As atividades são quase sempre realizadas em grupo, entretanto as avaliações podem ser individuais ou não, dependendo do professor e de desempenho do aluno no laboratório.

IV.3.2 - Análise dos Roteiros e Procedimentos das Atividades Experimentais

As disciplinas de físico-química 1 e físico-química 2 são teórico-experimentais e desenvolvem durante o semestre as atividades experimentais listadas em seguida. Todos os roteiros dessas atividades encontram-se em anexo ao final desse trabalho.

Atividades experimentais de físico-química 1:

AE 1 – Soluções

AE 2 – Preparo de solução 0,10 mol/L de um ácido

AE 3 – Solução supersaturada

AE 4 – Deslocamento de equilíbrio

AE 5 – Equilíbrio iônico em soluções salinas

AE 6 – Solução tampão

AE 7 – Produto de solubilidade

Atividades experimentais de físico-química 2:

AE 8 – Eletroquímica – Pilhas

AE 9 – Eletroquímica – Eletrólise

AE 10 – Termoquímica

AE 11 – Cinética

Com leituras atentas do título, subtítulo e das etapas procedimentais do roteiro de cada uma das atividades, através da ATD, buscamos identificar os objetivos que permeiam o laboratório didático das disciplinas de físico-química 1 e físico-química 2. De forma explícita, encontramos dois objetivos principais que compuseram as categorias listadas abaixo:

Categorias das AE construídas através da ATD dos roteiros:

- Categoria A – Ensinar habilidades práticas
- Categoria B – Verificar leis e teorias

Nas tabelas a seguir, descrevemos as atividades experimentais e as categorias às quais pertencem. Em muitas dessas atividades, encontramos nos textos unidades de análise que as associassem de forma relevante a mais de um objetivo e, por isso, estão associadas às duas categorias construídas.

Tabela IV.5: Classificação das AE de físico-química 1

Atividade Experimental	**Categoria**
Soluções	A – Ensinar habilidades práticas
Preparo de solução 0,10 mol/L de um ácido	A – Ensinar habilidades práticas B – Verificação de leis e teorias
Solução supersaturada	A – Ensinar habilidades práticas B – Verificação de leis e teorias
Deslocamento de equilíbrio	A – Ensinar habilidades práticas B – Verificação de leis e teorias
Equilíbrio iônico em soluções salinas	A – Ensinar habilidades práticas B – Verificação de leis e teorias
Solução tampão	A – Ensinar habilidades práticas B – Verificação de leis e teorias
Produto de solubilidade	A – Ensinar habilidades práticas B – Verificação de leis e teorias

Tabela IV.6: Classificação das AE de físico-química 2

Atividade Experimental	Categoria
Eletroquímica – Pilhas	B – Verificação de leis e teorias
Eletroquímica – Eletrólise	B – Verificação de leis e teorias
Termoquímica	B – Verificação de leis e teorias
Cinética	B – Verificação de leis e teorias

Deparamo-nos diversas vezes nos textos dos roteiros com expressões como **observe**, **visualize**, **anote.** Dessa forma, compreendemos que o objetivo de **ensinar o "método científico**" expresso de forma mais explícita por apenas um dos professores na resposta ao questionário, aparece com mais relevância nos procedimentos das atividades. Os demais professores que não mencionam esse objetivo em suas respostas parecem não ter clareza que o realizam através dos experimentos mesmo que "inconscientemente".

Sobre esses experimentos, concordamos com diversos autores que os classificam como sendo **tradicionais** e que permitem concluir que grande parte dessas atividades realizadas são meramente ilustrativas, resumindo-se a experiências do tipo "receita", apresentando sérias deficiências (GARCIA BARROS, *et al*., 1995), gerando pouca motivação nos alunos (BARBERÁ e VALDÉS, 1996) e favorecendo um tipo muito limitado de competências (HODSON , 1990). Tal como são implementados, em geral, são confusos e pouco produtivos e os alunos pouco aprendem de ciências, sobre ciências e seus processos. Dentre algumas razões para isso acontecer, destacamos as seguintes: o conteúdo é fornecido pelo professor, limitando a construção pessoal de significados por parte do aluno; o aluno é um mero consumidor do planejamento feito pelo professor. O experimento se reveste assim de pouca utilidade do ponto de vista pedagógico uma vez que e os alunos, frequentemente, não se apropriam da teoria adequada para interpretar o que observam, o que os leva a fazer interpretações à luz de concepções alternativas à ciências que lhes é ensinada.

Capítulo 5 - Considerações finais

Essa investigação nos permitiu conhecer melhor os fundamentos pedagógicos e as concepções epistemológicas que permeiam as atividades experimentais desenvolvidas no laboratório didático de química voltado para o ensino médio profissional de uma instituição da rede federal de ensino com longa tradição na formação profissional de técnicos em química e de áreas afins.

A triangulação dos dados coletados e submetidos à análise textual discursiva das respostas do questionário respondido por professores e alunos sobre os objetivos das aulas experimentais de química e sobre possíveis abordagens histórico-filosóficas, juntamente com a análise dos roteiros das práticas das disciplinas de físico-química 1 e físico-química 2, fundamentaram nossa investigação e permitiram uma compreensão mais aprofundada de quais visões de natureza da ciência estão permeando as atividades experimentais através das visões de ciências veiculadas por professores, implícita ou explicitamente, complementadas do material didático elaborado especificamente para esses laboratórios didáticos.

Sobre os textos produzidos pelos docentes, concluímos que a maioria entende o laboratório didático somente como estratégia de ensino e não como uma abordagem pedagógica e assim realizam as atividades experimentais de forma complementar às suas aulas teóricas. Nesse sentido, entendemos que os docentes não acreditam que suas aulas teóricas sejam suficientes para a aprendizagem dos conceitos e conteúdos químicos, indicando dessa forma dificuldades e deficiências nas suas aulas teórica, enfatizando ainda uma hierarquização entre teoria e prática, uma vez que sem a prática, do ponto de vista dos docentes e corroborado pelos estudantes, não se aprende de forma adequada e desejável o que é ensinado “apenas” na teoria.

Suas respostas indicam que esta complementação da aula teórica pela experimental está associada aos mais diversos objetivos como, além de melhorar o processo de ensino aprendizagem, o das aulas práticas serem necessárias para a visualização e a comprovação de leis e teorias ensinadas em sala, o de aprender as técnicas na prática para a formação do futuro profissional do aluno e o objetivo de ensinar o “método científico”.

A crença por parte de alguns professores de que não fazem qualquer tipo de abordagem histórico-filosófica no laboratório didático e a afirmação do não conhecimento por parte dos demais do que seria esse tipo de abordagem, demonstram uma visão ingênua e equivocada, e já superada, de natureza da ciência, o que acaba por limitar os objetivos das atividades

experimentais aos seus aspectos práticos reduzidos às mais simples e descontextualizadas habilidades manipulativas e instrumentais. Ao não fornecer referenciais histórico-filosóficos necessários para a aprendizagem por parte dos alunos sobre a ciência e o processo de construção do conhecimento científico durante as atividades experimentais, os docentes acabam por transmitir suas concepções equivocadas.

As análises dos textos e dos roteiros indicam que apesar das transformações sociais e culturais dos últimos 60 anos, as concepções epistemológicas dos professores de ciências e o material didático que ainda fazem parte do contexto escolar praticamente não mudaram, retratando a prática científica como se fosse separada da sociedade, da cultura e da vida cotidiana, e não possuísse uma dimensão histórica e filosófica. Ainda nos dias de hoje esses textos parecem supor, assim como era no começo do século XX, que estudantes de disciplinas científicas somente devam aprender conteúdos científicos internalistas e não que reflitam sobre as próprias ciências e suas consequências para outros domínios da sociedade.

Concordamos com Barberá e Valdés (1996) e Galliazzi (2011) de que as atividades experimentais deveriam desenvolver atitudes e destrezas cognitivas de alto nível intelectual e não apenas destrezas manuais ou técnicas instrumentais mesmo que uma das funções do ensino médio profissionalizante seja a formação de técnicos da área de ciências da natureza. Defendemos que um dos objetivos do laboratório didático de química, para a formação técnica ou não, seja o ensino de manipulação de reagentes e vidrarias e o conhecimento dos equipamentos e aparatos que fazem parte dos ambientes científico-tecnológicos nos quais observações, medições e experimentos acontecem, entretanto, não acreditamos ser eficaz do ponto de vista do processo de ensino-aprendizagem que todas (ou quase todas) as atividades experimentais se reduzam a estipular que os alunos sigam roteiros pré-estabelecidos e rígidos os limitando a cumprir rigorosamente cada etapa sem uma reflexão crítica dos processos e resultados encontrados. O laboratório didático fundamentado em abordagens pedagógicas e epistemológicas como as encontradas nos dados dessa pesquisa, já não fazem mais sentido para o que é amplamente defendido pela atual frente de pesquisadores da área de Educação em Ciências.

Encontramos no discurso dos professores, reproduzido pelos dizeres dos estudantes, o papel da experimentação encarado numa perspectiva claramente empírico-indutivista, centrada na crença de que as aulas experimentais têm o propósito de visualizar na prática o que foi ensinado nas aulas teóricas para comprovar as teorias. Assim, as atividades experimentais são construídas focando nas manipulações, nas observações e nas etapas rígidas e inquestionáveis descritas nos roteiros dos procedimentos experimentais. Essa forma de conduzir tais atividades não dá

oportunidades aos alunos para desenvolverem as atitudes científicas, que são de grande relevância para compreenderem como o conhecimento científico se constrói.

A visão empírico-indutivista muito aceita e disseminada hegemonicamente pela grande maioria dos professores de ciências da natureza e que vem sendo relatada na literatura, defendida por diversos epistemólogos, há alguma décadas, como inadequada e ultrapassada, é também identificada nessa investigação. Essa visão engloba a crença de que as leis científicas são produzidas por meio de processos empíricos e indutivos, ou seja, através da observação sistemática de fatos e posterior generalização, com o resultado do aumento cumulativo após cada teste e a de que as hipóteses ou teorias devam ser comprovadas experimentalmente para serem consideradas verdadeiras, ou seja, verdadeiramente científicas.

É notadamente reconhecido pelos professores de ciências que o laboratório didático é um ambiente fértil para a construção de conhecimento científico, entretanto para explorar suas enormes potencialidades devemos ter maior clareza quanto aos objetivos que se pretende atingir com seu uso selecionando atividades adequadas e variadas. A noção de atividade experimental e o uso do laboratório didático precisam ser redefinidos de forma a incluir um espectro mais amplo e diversificado de abordagens de ensino e aprendizagem, oportunizando ao aluno envolver-se em aspectos mais criativos da ciência que os leve a uma compreensão da natureza da ciência e da prática científica concordante com a atualmente aceita para o ensino de ciências por pesquisadores de História e Filosofisa da Ciência, de Natureza da Ciência e da relação de ambas com a Educação em Ciências. Assim, como Hodson (2000), defendemos que tal diversidade no uso do laboratório didático deve possibilitar aprendizagens tais como:

(1) *aprender ciência* – adquirir e desenvolver conhecimento conceitual e teórico;

(2) *aprender acerca da ciência* – desenvolver uma compreensão sobre a natureza e métodos da ciência e uma percepção das complexas interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente;

(3) *aprender a fazer ciência* – empenhar-se e desenvolver competências em investigação científica e resolução de problemas.

Pelas análises das respostas dos docentes e dos alunos, constatamos a necessidade de discutir aspectos recorrentes de “erros epistemológicos e didáticos” históricos que reverenciam a experimentação com visões simplistas e como um conjunto de conhecimentos isolados, acabados

e inquestionáveis. Alguns aspectos, como a comprovação da teoria, fazer para teorizar, a experimentação como processo de memorização, a visualização como prática obrigatória e a busca de situações que fogem do dia-a-dia do aluno, se fazem presentes tanto nos depoimentos dos professores e dos alunos como nos roteiros pesquisados.

Não encontramos nos roteiros das atividades experimentais qualquer citação a experimentos históricos. Acreditamos que a abordagem de experimentos que não enfoquem apenas os produtos prontos e acabados da ciência e da tecnologia e sim demonstrem os problemas e as controvérsias vividas no desenvolvimento do conhecimento, potencializem uma Educação Científica mais crítica e reflexiva. Nelas os alunos se tornam capazes de reconhecer os debates científicos, filosóficos e epistemológicos gerados no ambiente no qual os conhecimentos foram construídos e para isso, defendemos que abordagens histórico-filosóficas sejam importantes nas diversas práticas pedagógicas, tanto em aulas teóricas como nas atividades experimentais.

Defendemos assim que o estudo de alguns episódios históricos e reflexões sobre a epistemologia da ciência, que não foram encontrados nos dizeres dos sujeitos dessa investigação, podem permitir aos professores e seus alunos perceberem o processo social (coletivo) e gradativo de construção do conhecimento humano, levando à formação de uma visão mais concreta e adequada da natureza da ciência, seus procedimentos e suas limitações – o que contribuirá para a formação de um espírito crítico e a consequente desmistificação do conhecimento científico.

Para finalizar, voltamos a enfatizar que defendemos, de acordo com Guerra et al. (2007), que na educação científica de ensino médio, profissionalizante ou não, é importante o estudo da história e da filosofia da ciência e da tecnologia em aulas teóricas e no laboratório didático pois por meio delas, podemos conhecer o processo pelo qual a ciência e a tecnologia foram inseridas em um tempo e em um espaço específicos. Temos assim um instrumento eficaz na construção de um espaço propício à reflexão, quando, paralelamente ao estudo histórico do desenvolvimento interno dos conceitos e experimentos científicos e tecnológicos, discute-se como o desenvolvimento desses conhecimentos se inseriu na história das sociedades. É importante salientar as controvérsias científicas, as inquietações filosóficas dos que construíram a ciência e também as interfaces entre esta e outras produções culturais.

Pelo observado nessa investigação especificamente, concluímos que questões relativas à natureza do conhecimento são importantes na hora de se pensar a defesa de estratégias de ensino experimental mais amplas. A escolha e adequação deste ou daquele procedimento metodológico de ensino está mais na dependência de aspectos históricos e epistemológicos do

que propriamente nas condições materiais que cercam o ambiente escolar como falta ou excesso de ambientes laboratoriais e tecnológicos, assim como vidrarias, reagentes, equipamentos, técnicos para apoio e etc. Acreditamos que na situação peculiar dessa investigação, a facilidade encontrada pelos docentes de toda uma estrutura construída e bem articulada para o ensino experimental nas disciplinas científicas aliada à cultura escolar historicamente produzida (e reproduzida) pelo reconhecimento da excelência da formação profissional na área de química contribui para a reprodução acrítica de concepções pedagógicas e epistemológicas ultrapassadas. Observamos que há uma grande quantidade de aulas experimentais, entretanto não há a diversidade de objetivos e abordagens nessas atividades que, do ponto de vista da disponibilidade de espaços físicos e materiais, não encontraria qualquer dificuldade para sua ativação.

Em síntese, para mudar a realidade das atividades experimentais é preciso superar reducionismos e deformações sobre seus objetivos, sobre a natureza da ciência, sobre o cientista e sua função social sobre o ensino médio profissional, todos muito presentes nas concepções dos atuais professores e refletidas no material didático ainda em uso. Se quisermos mudar o que professores e alunos fazem nas aulas de ciências, é preciso previamente convocar todos os envolvidos a refletirem sobre a natureza da ciência e a inserção desse aspecto no ensino de ciências buscando as arraigadas concepções pedagógicas presentes de forma hegemônica em nossas instituições de ensino em nível médio e superior. Tais visões deformadas sobre o trabalho científico e sobre o ensino de ciências, principalmente, no ensino médio, atuam como verdadeiros obstáculos às contribuições que esse ensino pode trazer à formação do cidadão crítico e apto a pensar sobre questões socio-científicas e a tomar decisões quando diante de situações cotidianas.

Concordamos com Saraiva-Neves (2006) que há uma imensidão de possibilidades de recorrer ao laboratório didático, desde uma abordagem tradicional do ensino até atividades de natureza investigativa, que de alguma forma se relacionam com uma visão construtivista do ensino. Entretanto, para que o ensino se reflita em aprendizagem, o professor precisa selecionar a abordagem experimental mais adequada à aprendizagem pretendida, pois diferentes modalidades de experimentação privilegiam diferentes objetivos educacionais. Os alunos devem entender que a atividade científica é uma atividade complexa e construída socialmente, centrando-se na aprendizagem não apenas de ciências mas também sobre ciências.

Acreditamos que o laboratório didático necessita ser mais eficaz em alcançar objetivos pedagógicos amplos e que para isso se tenha em conta a relevância social das situações propostas e que impliquem os alunos na formulação de hipótese, valorizando o planejamento das atividades experimentais pelos alunos enfatizando o papel da comunicação e do debate no

processo científico. Entretanto, o papel do laboratório didático só será realmente relevante se for pedagogicamente bem fundamentado e adequado, o que ocorrerá quando as atividades desenvolvidas forem suportadas por uma teoria bem compreendida pelo aluno. As aulas experimentais não podem ser vistas exclusivamente como uma estratégia didática complementar à aula teórica, não podendo servir para melhorar ou ajudar a compreender o que não foi bem aprendido em sala de aula.

O laboratório didático tem um papel de extrema relevância no que se refere à formação de visões mais complexas sobre a Natureza da Ciência, construídas através de grandes discussões sobre questões epistemológicas e pedagógicas relativas ao papel da experimentação na construção do conhecimento científico dos alunos, não devendo as atividades experimentais serem encaradas apenas como estratégias complementares de ensino. Ressaltamos que o papel das atividades experimentais em geral pode apontar para um caráter técnico, pois entender melhor algumas das ferramentas com que se trabalha no laboratório é de grande importância para aqueles que virão a fazer ciência ou trabalhar com a tecnologia de forma profissional ou apenas usá-la no seu dia a dia. Mas acreditamos que se deva ir além, visando um papel de caráter formador da cidadania, numa melhor compreensão da relevância da ciência no mundo moderno. Entendemos que propiciar momentos de reflexão sobre a prática científica num ambiente laboratorial é fundamental para a formação de indivíduos, cidadãos e profissionais da área técnico-científica, possibilitando a todos os indivíduos a percepção de toda a complexidade da construção do conhecimento pela humanidade através da história da sua existência.

Referências Bibliográficas

ABD-EL-KHALICK, F. Teaching *with* and *about* Nature of Science, and Science. Teacher Knowledge Domains. *Science & Education*, v.22, p.2087-2107, 2013.

ACEVEDO DIAZ, J. A. Enfoques Explícitos versus implícitos em la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgacíon de las Ciencias*, v.6, n.3, p.355-386, 2009.

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; PAIXÃO, M. F.; ACEVEDO, P.; OLIVA, J. M.; MANASSERO, M. A. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências Science Education myths about the reasons to include the Nature of Science in science teaching. *Ciência & Educação*, v.11, n.1, p.1-15, 2005.

ALLCHIN, D. Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. Science Education, v.95, n.3, p.518-542, 2011.

ANDRÉ, M. E. D. A. *Estudo de Caso em Pesquisa e avaliação educacional*. Brasília: Liber Livro Editora, 2005.

AMARAL, I. A. do. Conhecimento formal, experimentação e estudo ambiental. *Ciência & Ensino*, v.3, p.10-15, 1997.

ARISTÓTELES. *Metafísica*. São Paulo: Editora Abril, 1979. Livro A, cap. I. (Coleção Os Pensadores) Orig. do século IV a.C.

AZEVEDO, L. A.; SHIROMA, E. O.; COAN, M. As políticas públicas para a educação profissional e tecnológica: sucessivas reformas para atender a quem. *B. Téc. Senac: a R. Educ. Prof., Rio de Janeiro*, v.38, n.2, p.27-40, 2012.

BACHELARD, G**.** *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento.* Trad. de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto,1996.

BACON, F. *Novum organum*. Aforismo XIX. São Paulo: Editora Abril, 1988. (Coleção Os Pensadores) Orig. de 1620.

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

BOGDAN, R. C., BIKLEN, S. K. *Investigação Qualitativa em Educação*, Tradução: Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BORGES, R. M. R. *Em debate: cientificidade e educação em ciências.* Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996. 75p.

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

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. A Física Experimental numa Perspectiva Histórico-Filosófica. In: *Temas de História e Filosofia da Ciência no Esnino*. PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (Org). Natal: EDUFRN, 2012. p.211-228.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Ministério da educação. Secretaria de Educação Básica. Brasília: MEC/SEB. 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf >. Acesso em: 15 Nov 2014.

BRASIL, Presidência da República. (2008) Lei n. 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Brasília.

BYBEE, R. W.; DeBOER, G. E. Research on goals for the Science curriculum. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on science Teaching and Learning*. (NSTA). New York, NY: MacMillan Publishing Company, 1994.

CAPRA, Fritjof. *Alfabetização Ecológica: o desafio da educação no próximo século*. Florianópolis: IPAB, 1999.

CARMEN, L. Los trabajos prácticos. In: PALCIOS, Francisco Javier Perdes; DE LEON, Pedro Cañal (Orgs). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy (Espana): Marfil, 2000, p.269-285.

CHALMERS, A. F. *O que é ciência afinal?* Tradução: Raul Fiker, 1ªed. 4ª reimpressão, São Paulo: Brasiliense, 2000.

COMTE, A. *Curso de filosofia positiva*. São Paulo: Editora Abril, 1983. (Coleção Os Pensadores) Orig. de 1842.

CUNHA, L. A. O ensino industrial-manufatureiro no Brasil. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, n.14, p.89-107, maio/ago. 2000.

DALLABRIDA, N. A reforma Francisco Campos e a modernização nacionalizada do ensino secundário. *Educação*, v.32, n.2, 2009.

DELORS, J. *Educação*: um tesouro a descobrir. São Paulo: Cortez; Brasília: MEC; UNESCO. 2001

DESCARTES, R. *Discurso do método*. São Paulo: Editora Abril, 1987. v.1 (Coleção Os Pensadores) Orig. de 1637.

ECHEVERRIA, J. Teletecnologias, espacios de interaccion y valores. Teorema. Vol XVII/3. *Filosofia de la Tecnologia*, edicion eletrônica agosto 2000.

ECHEVERRÍA, M.; POZO, J. I. Aprender a Resolver Problemas e Resolver Problemas para aprender. In: POZO, J. I.(org). *A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender.* Porto Alegre: Artmed. 1998.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior*. Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física*, p.3-21, 2006.

EZPELETA, J & ROCKWELL, E. *Pesquisa Participante*. Tradução de Francisco Salatiel de Alencar Barbosa. 1989.

FERNÁNDEZ, I.; CACHAPUZ, A.; CARRASCOSA, J.; GIL, D., & PRAIA, J. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. In: *Enseñanza de las Ciencias*. p. 477-488, 2002.

FLICK, U. *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata, 2004.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e Natureza da Ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.28, p.1, p.27-59, 2011.

FORQUIN, J. *Escola e cultura: as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar.* Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

FRANCO, M. A. C.; FRIGOTTO, G. Educação Básica no Brasil na década de 1990: subordinação ativa e consentida à lógica do mercado. *Educação & Sociedade*, Campinas, n.82, p.93-130, abr. 2003.

FREITAG, B. *Escola, estado e sociedade***.** São Paulo: Moraes, 1979.

FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M.; RAMOS, M. A política de educação profissional no Governo Lula: um percurso histórico controvertido. *Educação & Sociedade*, v.26, n.92, p.1087-1113, 2005.

GALIAZZI, M. C.; DE BARROS ROCHA, J. M., SCHMITZ, L. C., DE SOUZA, M. L., GIESTA, S., & GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, v.7, n.2, 249- 263, 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, 2004.

GARCIA BARROS, S.; MONDELO ALONSO, M., & MARTÍNEZ, M. C. El trabajo práctico: una intervención para la formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencia*s, v.13, n.2, p.203-209, 1995.

GERMANO, J. W. *Estado Militar e educação no Brasil.* São Paulo: Cortez, 1993.

GERMANO, J. W.. O Declínio da Ditadura: A política educacional no contexto da abertura. *Estado Militar e Educação no Brasil (1964-1985). São Paulo: Cortez Editora*, p.209-261, 2005.

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

GIL-PÉREZ, D. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias,* v.1, p.1, p.26-33. 1983.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F., ALÍS, J. C., CACHAPUZ, A., PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação,* v.7, n.2, p.125-153, 2001.

GOMES, A. D. T.; BORGES, A. T.; JUSTI, R. Processos e conhecimentos envolvidos na realização de atividades práticas: revisão da literatura e implicações para a pesquisa. In: *Investigações em Ensino de Ciências*, v.13, n.2, p.187-207, 2008.

GRECA, I. M. Discutindo aspectos metodológicos da pesquisa em ensino de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v.2, n.1, p.73-82, 2002.

HODSON, D. Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, 12, p. 25-57, 1985.

HODSON, D. Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory,* v.20, p.53-66. Trad. Porto, P. A. 1988.

HODSON, D. The place of Practical Work in Science Education. In: *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências.* Braga: Universidade do Minho, 2000.

HOFFMAN, J. *Avaliar para promover*: as setas do caminho. Porto Alegre: Mediação, 2001.

IRZIK, G; NOLA, R. A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, v.20, p.591-607, 2011.

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 das ciências*. Editora Pedagógica e Universitária, 1987.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em perspectiva*, v.14, n.1, p.85-93, 2000.

KUENZER, A. Z. *Ensino médio e profissional:* as políticas do Estado neoliberal. São Paulo: Cortez, 1997. 104p.

KUENZER, A. Z. "A Reforma do Ensino Técnico no Brasil. FERRETTI, CJ; SILVA, J. J. R; OLIVEIRA, M. R. S. *Trabalho Formação e Currículo: Para onde vai a escola*: p.121-139.

KUENZER, A. Z. *A pedagogia da fabrica: as relações de produção e a educação do trabalhador*. São Paulo, Cortez, 1985.

LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of research in science teaching*, v.29, n.4, p.331-359, 1992.

LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; SCHWARTZ, R. S. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.

LUDKE, M. & ANDRÉ, M. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas***.** São Paulo: EPU, 1986. 99 p.

LUCKESI, C.C. *Avaliação da aprendizagem na escola*: reelaborando conceitos e recriando a prática. Salvador: Malabares. 2003.

MARTINS, R. A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: Cibelle Celestino Silva (Org.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino.* São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, p. xxi-xxxiv.

MARTINS, R. de A. Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 115-121, 2000.

MATTHEWS, M. História, filosofia e Ensino: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.12, n.3, p.164-214, 1995.

MAFRA, L. A sociologia dos estabelecimentos escolares: passado e presente de um campo de pesquisa em construção. In: ZAGO, N.(org) *Itinerários de Pesquisa.* Rio de Janeiro: DP&A, 2003.

MANFREDI, S. M.. *Educação Profissional no Brasil*. São Paulo: Cortez, 2002.

MATOS, M.; MORAIS, A. M. Trabalho experimental na aula de ciências físico-químicas do 3º ciclo do ensino básico: Teorias e práticas dos professores. *Revista de Educação*, v.XII, n.2, p.75-93, 2004.

MARTINS, G. A. *Estudo de caso*: uma estratégia de pesquisa. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MCCOMAS, W.F. The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths, en McComas (ed.). *The nature of science in science education. Rationales and strategies*, pp. 53-70. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 1998

MCCOMAS, W. F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science, *Science & Education*, v.17, p.249-263, 2008.

MEIRINHOS, M.; OSÓRIO, A. O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. *EduSer-Revista de educação*, v.2, n.2, 2011.

MILLAR, R.; DRIVER, R. Beyond processes. Studies in Science Education**.** Driffield, v.14, p.33-62, 1987.

MORAES, R. UMA TEMPESTADE DE LUZ: A COMPREENSÃO POSSIBILITADA PELA ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA A storm of light: comprehension made possible by discursive textual analysis. *Ciência & Educação*, v.9, n. 2, p.191-211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. Discursive textual analysis: a multiple face recontructive process. *Ciência & Educação*, v.12, n.1, p.117-128, 2006.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva (2ª Edição). Ijuí (RS): Editora Unijuí, 2011.

MOREIRA, M. C. do A. Atividade experimental e o estudo da geração da vida em aulas de ciências: uma contribuição para essa discussão. 125f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino do método científico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.10, n.2, p.108-117, 1993.

MORIN, E. A cabeça bem-feita: repensar a reforma-reformar o pensamento. rio de Janeiro: B. 2001.

MOURA, D. Educação básica e educação profissional e tecnológica: dualidade histórica e perspectivas de integração. *HOLOS,* v.2, p.4-30, 2007.

MOURA, G. N. Visões e virtudes pedagógicas do ensino experimental da química: o que dizem os professores de química que utilizam a experimentação em suas práticas pedagógicas? (dissertação de mestrado) – Belém, 2008 65p

NUSSBAUM, J. Classroom conceptual change: philosophical perspectives. *International Journal in Science Education*, v.11, special issue, p.530-540, 1989.

OLIVEIRA, M. A. M. *Políticas Públicas para o Ensino Profissional***:** o processo de desmantelamento dos Cefets. Campinas: Papirus, 2003, 96p.

OSBORNE, J., COLLINS, S., RATCLIFFE, M., MILLAR, R., DUSCHL, R. What ‘‘Ideas-about-Science’’ Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, v.40 n.7, p.692-720, 2003.

OSTERMANN, F. A Epistemologia de Kuhn. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.13, n.3, p.184 – 196, 1996

PÊCHEUX, M. *Semântica e Discurso*. Tradução de Eni Pulcinelli Orlandi. Campinas: Editora da UNICAMP, 2009.

PÊCHEUX, M. *Análise de discurso: Michel Pêcheux. Textos selecionados: Eni Pulccinelli Orlandi.* Campinas, SP: 3ª Edição. Pontes, 2012.

PERRENOUD, P. *Avaliação*: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas. Porto Alegre: Artes Médicas. 1999.

PINHO ALVES, J. Experiências, Experimentação ou Atividades Experimentais? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1, 1997, Águas de Lindóia. *Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências.* São Paulo: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 1997.

POPPER, K. R. *A lógica da pesquisa científica.* 9ª ed. São Paulo: Cultrix, 1993. Orig. de 1934.

ROSITO, B. A. O Ensino de Ciências e a Experimentação. In: MORAES, R. *Construtivismo e Ensino das Ciências.* 2ª ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003, p.195-208.

SANTOS, B. S. *A construção multicultural da igualdade e da diferença*. Centro de Estudos Sociais, 1999.

SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. Metodologias de Pesquisa no Ensino de Ciências na América Latina: como pesquisamos na década de 2000. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 1, p. 15-33, 2013.

SAVIANI, D. *Pedagogia histórico-crítica primeiras aproximações*. Autores associados, 2003.

SAVIANI, D. *História das idéias pedagógicas no Brasil*. Campinas, SP: Autores Associados, 2007.

SARAIVA-NEVES, M.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da física, em sala de aula – um estudo exploratório. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.11, n.3, p.383-401, 2006.

SILVA, R da.; AIRES, J. A.; GUIMARÃES, U. l. Contextualização e experimentação uma análise dos artigos publicados na seção “Experimentação no Ensino de química” da revista Química Nova na Escola 2000-2008. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v.11, n.2, p.245-261, 2009.

SILVEIRA, F. L. *A filosofia da ciência e o ensino de ciências*. 1992.

STAKE, R. E. Case Studies. In N. Denzin Y. Lincoln, *Handbook of qualitative research* (pp.236-247). Newsbury Park: Sage. 1994.

STAKE, R. E. Investigación con estudio de casos. Madrid: Morata. 1999.

TAMIR, P. Training teachers to teach effectively in the laboratory. *Science Education*, v.73, n.1, p.59-69, 1989.

TAMIR, P. Practical work in school science: an analysis of current practice. In: WOOLNOUGH, B. *Practical science*. Buckingham: Open University Press, p.13-20, 1991.

TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em Ciências Sociais*: a pesquisa qualitativa em educação – o positivismo, a fenomenologia, o marxismo. São Paulo: Atlas, 1987.

VIDEIRA, A. A. Breves considerações sobre a natureza do método científico. In: SILVA, C. C. *Estudos de história e filosofia das ciências*: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

VILLANI, A.; DIAS, V. S.; VALADARES, J. M. The development of science education research in Brazil and contributions from the history and philosophy of science. *International Journal of Science Education*, Abingdon , v. 32, n. 7, p. 907-937, 2010

YIN, R. Applications of case study research. Beverly Hills, CA: Sage Publishing. 1993.

YIN, R. K. *Estudo de caso*: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Anexo 1 - Apostila de Práticas de Laboratório de Físico-química 1

SOLUÇÕES	
MATERIAL E REAGENTES	
Bastão de vidro	Sulfato de Cobre ($CuSO_4$)
Béquer de 100 mL	Pipetas de 10 mL e 5 mL
Béquer de 250 mL	Proveta ou cilindro de 50, 200 e 500 mL
Béquer de 50 mL	Vidro de relógio
Estante para tubos	Padrões de concentração
Tubo de ensaio (4)	Espátula

PROCEDIMENTO

1. Preparo de Soluções

a) Preparar soluções de $CuSO_4.5H_2O$ (massa molar = 249,68 g/mol) conforme as quantidades descritas abaixo. Numerar a vidraria utilizada.

- **Solução 1:** 3,75 g em 30,0 mL de solução.
- **Solução 2:** 2,50 g em 50,0 mL de solução.

b) Calcular as concentrações em quantidade de matéria das soluções preparadas.

Tabela 1. Concentração das Soluções Preparadas.

Solução	Massa (g)	Volume (mL)	Concentração (mol/L)
1			
2			

c) Transferir 10,0 mL de cada solução preparada para 2 tubos de ensaio, numerando-os, e comparar essas soluções com os padrões.

2. Diluição de Soluções

a) Utilizando as soluções preparadas, fazer as seguintes diluições em recipientes adequados:

- **Solução 3:** 4,0 mL da **Solução 1** + 6,0 mL de água destilada.
- **Solução 4:** Diluição 1:10 de 10,0 mL da **Solução 1.**
- **Solução 5:** 10,0 mL da **Solução 2** + 30,0 mL de água destilada.
- **Solução 6:** Diluir 100 vezes 1,0 mL da **Solução 2.**

b) Observar as colorações finais, comparando-as entre si. Calcular as concentrações finais e comparar com os padrões fornecidos.

Tabela 2. Diluições das Soluções Preparadas.

Solução	Volume Inicial (mL)	Volume Final* (mL)	Fator de Diluição**	Concentração Inicial (mol/L)	Concentração Final (mol/L)
3					
4					
5					
6					

* Volume final = Volume inicial + Volume de água

** Fator de Diluição = Volume Inicial (mL):Volume Final (mL);

3. Diluições Sucessivas

a) Utilizando a **Solução 1**, fazer as seguintes diluições em recipientes adequados:

- **Solução 7:** Diluir 5 vezes 5,0 mL da **Solução 1** (A). Em seguida, separar 10,0 da solução preparada e acrescentar água destilada até um volume final de 20,0 mL (B). Finalmente, separar 10,0 mL dessa solução e levar a um volume final de 50,0 mL (C).

b) Observar as colorações finais. Calcular a concentração final e comparar com o padrão fornecido.

Tabela 3. Diluições Sucessivas.

Solução	Fator de Diluição A	Fator de Diluição B	Fator de Diluição C	F de Diluição Total	Concentração Inicial (mol/L)	Concentração Final (mol/L)
7						

4. Mistura de Soluções de Mesmo Soluto

a) Determinar o volume da **Solução 4** que deverá ser adicionado a _____ mL da **Solução 1** para que a solução final tenha concentração igual a 0,20 mol/L.

b) Proceder ao preparo da solução 0,20 mol/L misturando as proporções determinadas acima e comparar o resultado com o padrão.

Tabela 4. Mistura de Soluções.

Solução	Volume 1(mL)	Concentração 1 (mol/L)	Volume 4(mL)	Concentração 4 (mol/L)	Concentração Final (mol/L)
8					

OBSERVAÇÃO: As soluções de concentração 0,50 mol/L e 0,20 mol/L , após verificação, devem ser descartadas em recipientes apropriados, indicados por seu professor, para serem reaproveitadas em práticas posteriores.

PREPARO DE SOLUÇÃO 0,10 MOL/L DE UM ÁCIDO	
MATERIAL E REAGENTES	
Bastão de vidro	HCl P.A.
Tubo de ensaio (4)	H_2SO_4 P.A.
Estante para tubos	Azul de bromotimol
Cilindro graduado ou Proveta de 100 mL e de 10 mL	NaOH 0,10 mol/L
Pipetas (1, 5 e 10 mL)	

PROCEDIMENTO

PREPARO DE SOLUÇÃO 0,10 MOL/L DE HCL (OU H_2SO_4)

a) Em proveta ou cilindro graduado de 100 mL juntar uma pequena porção de água deionizada e, com auxílio de uma pipeta graduada de 1 mL, _____ mL de solução concentrada de HCl (ou H_2SO_4). Homogeneizar. Completar o volume a 100 mL com água deionizada e homogeneizar bem (usar bastão de vidro caso esteja utilizando proveta).

OBS: O cálculo do volume de ácido deve ser efetuado previamente e apresentado ao professor antes da realização do procedimento.

b) Colocar, com auxílio de pipeta de 5 mL, 3,0 mL da solução diluída de HCl (ou H_2SO_4) em 3 tubos de ensaio, respectivamente, numerando-os de 1 a 3 e com a identificação do ácido.

c)Adicionar 1 gota do indicador azul de bromotimol em cada tubo.

d)Acrescentar nos tubos 1, 2 e 3, contendo solução de HCl, respectivamente, 2, 3 e 4 mL de solução de NaOH 0,10 mol/L (ou 5, 6 e 7 mL nos tubos contendo solução de H_2SO_4). Homogeneizar com bastão de vidro. Quais as suas observações ?

e) Chamar de Vap1 o volume de solução de NaOH 0,10 mol/L adicionado que provocou a primeira mudança de cor do indicador.

f) Preparar mais 1 tubo de ensaio com 3 mL de solução diluída de HCl (ou H_2SO_4) e 1 gota do indicador azul de bromotimol. Adicionar (Vap1– 1) mL de solução de NaOH 0,10 mol/L. Homogeneizar com bastão de vidro. Continuar a adição de solução de NaOH 0,10 mol/L, gota a gota, até a mudança da cor do indicador.

OBS:Como você faria para estimar (em mL) o volume da gota de solução de NaOH adicionada ? E para determinar o volume da solução de NaOH gotejada ? Chame este volume de Vap2.

g) Determinar o volume de solução de NaOH 0,10 mol/L gasto na neutralização [(Vap1 – 1) + Vap2)] e estimar a concentração (em mol/L) da solução ácida preparada, bem como o erro (%) experimental.

SOLUÇÃO SUPERSATURADA	
MATERIAL E REAGENTES	
Bastão de vidro	Brometo de Potássio
Tubo de ensaio (4)	Acetato de sódio tri-hidratado ou anidro
Béquer de 50 mL (2)	Vidro de relógio
Estante para tubos	Espátula
Termômetro de 0ºC a 100ºC	Bico de Bunsen e Tela de amianto

PROCEDIMENTO

Obtenção de solução saturada e de solução supersaturada

a) Em um béquer de 50 mL, pese 8,5 g de acetato de sódio tri-hidratado (ou 5,1 g de acetato de sódio anidro) e adicione 5,0 mL de água. Aqueça até solubilizar todo o sal, controlando a temperatura para que não ultrapasse 70ºC.
b) Divida a solução obtida em 2 tubos de ensaio, deixando-os esfriar naturalmente.

c) No primeiro tubo, após a solução ter retornado à temperatura ambiente, adicione um pequeno cristal de NaOAc. Observe.
d) No segundo tubo introduza um bastão de vidro e atrite as paredes internas (Cuidado para não quebrar o tubo!). Observe.
e) Repita o procedimento anterior, substituindo 8,5 g de NaOAc por 4,0 g de KBr.
f) Compare os resultados obtidos.

Obs.: Ao final da prática, recolha as soluções obtidas nos respectivos recipientes indicados pelo professor.

DESLOCAMENTO DE EQUILÍBRIO	
MATERIAL	REAGENTES
Bastão de vidro	KSCN 0,002 mol/L
Béquer de 400 mL (2)	$FeCl_3$ 0,1 mol/L
Béquer de 50 mL	$K_2Cr_2O_7$ 0,10 mol/L
Bico de Bunsen	$K_2CrO_4$0,10 mol/L
Espátula	NaOH 1,0 mol/L
Estante para tubos	HCl 1,0 mol/L
Gelo	Cobre metálico granulado
Pinça para tubos	HNO_3 concentrado
Pipetas de 5 e 10 mL (2)	KCl sólido
Rolhas de cortiça para tubos (3)	KSCN 0,10 mol/L
Tela de amianto	
Tubos de ensaio (8)	
Vidro de relógio	

PROCEDIMENTO

1. Influência da Temperatura

Coloque uma pequena porção de cobre metálico em três tubos de ensaio, respectivamente. Adicione a cada um dos tubos 2,0 mL de HNO_3 concentrado (na CAPELA). Observe a evolução do

gás (cuidado para não inalar o mesmo), anotando suas características. Tampe os tubos após se completar a reação (total consumo do Cu).

Paralelamente, coloque um dos tubos em um béquer de 400 mL com água e aqueça até próximo à ebulição. Prepare também, em outro béquer de 400 mL, um banho de gelo e mergulhe o segundo tubo. O terceiro tubo deve ser mantido à temperatura ambiente. Aguarde alguns minutos e compare a coloração dos gases nos tubos de ensaio com a coloração dos gases no terceiro tubo que foi reservado. Retire os tubos de ensaio do banho de gelo e da água quente e mantenha os mesmos à temperatura ambiente. Observe.

Anote seus resultados e suas conclusões.

T1. Influência da Temperatura.

Experiência	Temperatura Aproximada (ºC)	Coloração do Tubo
1		
2		
3		

2. Influência da Concentração dos Reagentes no Equilíbrio Químico

Primeiramente, é necessário que conheçamos a reação estudada:

$FeCl_3$ + KSCN □
Reação (Forma Iônica):

A partir de uma solução de KSCN 0,002 mol/L, prepare 40 mL de solução de KSCN 0,001 mol/L. Em seguida, transfira para um béquer de 50 mL e adicione 1,0 mL de solução de $FeCl_3$ 0,10 mol/L sobre a solução de KSCN e homogeneize. Observe. Transfira para quatro tubos de ensaio, respectivamente, 4,0 mL da solução obtida e numere os tubos de 1 a 4. Reserve o tubo número 1 como padrão.

Adicione aos tubos 2, 3 e 4, respectivamente: 4 gotas de KSCN 0,10 mol/L, 4 gotas de $FeCl_3$ 0,10 mol/L e um pequeno cristal de KCl. Homogeneize as soluções.

Compare as colorações dos tubos 2, 3 e 4 com a do tubo 1. Anote os resultados e suas conclusões.

T2. Influência da Concentração.

Tubos	Ensaio	Coloração
1	ppt	
2	ppt + KSCN	
3	ppt + $FeCl_3$	
4	ppt + KCl	

3. Equilíbrio CrO_4^{2-} / $Cr_2O_7^{2-}$

Pegue dois tubos de ensaio e a cada um deles adicione 2,0 mL de $K_2Cr_2O_7$ 0,10 mol/L e 2,0 mL de K_2CrO_4 0,10 mol/L, respectivamente. Tome nota da cor de cada uma das soluções. Junte, gota a gota, a cada solução, alternadamente, NaOH 1,0 mol/L, até notar variação de cor em uma das soluções. Tome nota das cores de cada uma das soluções obtidas. Em seguida adicione HCl 1,0 mol/L, gota a gota, a cada solução obtida, alternadamente, até notar variação de cor em uma das soluções. Tome nota desta coloração obtida. No tubo cuja coloração não variou, continue com a adição de HCl 1,0 mol/L até alteração de cor. Anote a nova cor obtida.

Analise os resultados e anote suas conclusões.

T3. Acompanhamento das Mudanças de Cores.

Tubo	Gotas Adicionadas	Cor Final	Espécie Predominante
Experiência 1. Adição de NaOH 1,0 mol/L			
1			

2			
Experiência 2. Adição de HCl 1,0 mol/L			
1			
2			

EQUILÍBRIO IÔNICO EM SOLUÇÕES SALINAS

MATERIAL			
Espátula		Pipeta de 10 mL (2)	
Lã de aço		Proveta ou cilindro graduado de 50 mL	
Papel indicador universal		Tubo de Ensaio (10)	
REAGENTES			
Fenolftaleína	Metilorange	Azul de Bromotimol	NaCl
NH_4Cl	NH_3 aq. 0,10 mol/L	HCl 0,10 mol/L	NaOH 0,10 mol/L
K_2SO_4	$AlCl_3.6\ H_2O$	NaOAc	Na_2CO_3
$(NH_4)_2CO_3$	NH_4OAc	Na_3PO_4	Na_2HPO_4
NaH_2PO_4	$FeSO_4$	$CuSO_4$	$NaHCO_3$
Fita de Magnésio	$NaHSO_4$	$FeCl_3$	

PROCEDIMENTO

1. pH de Soluções Salinas

Prepare 50,0 mL de uma das soluções 0,10 mol/L abaixo, conforme indicação de seu professor. Esta solução será utilizada por todos os grupos da turma.

Tenha em mãos uma bateria de dez tubos de ensaio limpos e secos. Adicione a cada um dos tubos de 1 a 9, respectivamente, 3,0 mL de cada uma das soluções preparadas: NaCl, K_2SO_4, NH_4Cl, $AlCl_3$, NaOAc, Na_2CO_3, $(NH_4)_2CO_3$, $NaHSO_4$ e NH_4OAc. O décimo tubo deve ser mantido apenas com 3,0 mL de água deionizada.

Teste o pH de cada uma das soluções com papel indicador universal e azul de bromotimol.

Teste igualmente o pH da água deionizada para usar como padrão de neutralidade.

Anote os resultados obtidos em uma tabela apropriada, concluindo acerca do caráter ácido, básico ou neutro de cada uma das soluções. Tente estabelecer uma ordem crescente de acidez.

T1. pH das soluções salinas.

Tubo	Espécie Presente	Ph papel indicador	Coloração Azul de Bromotimol	Meio Resultante (ácido, básico, ou neutro)
1	NaCl			
2	K_2SO_4			
3	NH_4Cl			
4	$AlCl_3$			
5	NaOAc			
6	Na_2CO_3			
7	$(NH_4)_2CO_3$			
8	$NaHSO_4$			
9	NH_4OAc			
10	H_2O			

2. pH de Sais Básicos

Pegue três tubos de ensaio limpos e adicione a cada um deles cerca de 5,0 mL de água deionizada (o volume de água deve ser igual em todos os tubos). Numere os tubos de 1 a 3. Com uma espátula adicione uma pequena quantidade de Na_3PO_4 ao tubo 1, de Na_2HPO_4 ao tubo 2 e de NaH_2PO_4 ao tubo 3. Homogeneize até total solubilização dos sais.

Teste o pH de cada uma das soluções com papel indicador universal. Anote os resultados. Em seguida, adicione uma gota de fenolftaleína a cada uma das soluções dos tubos 1, 2 e 3. Homogeneize e observe as colorações obtidas, comparando-as entre si.

Anote os resultados.

T2. pH de sais básicos.

Tubo	Sal Básico	pH Papel Indicador	Cor Fenolftaleína	Tipo de Hidrólise
1	Na_3PO_4			
2	Na_2HPO_4			
3	NaH_2PO_4			

3. pH de Sais Ácidos

Pegue três tubos de ensaio limpos e adicione a cada um deles cerca de 5,0 mL de água deionizada (o volume deve ser igual nos três tubos). Dissolva no primeiro tubo uma pequena quantidade de $FeSO_4$ e ao segundo, a mesma quantidade de $FeCl_3$. Agite para total solubilização. O terceiro tubo servirá como referência.

Teste o pH de cada uma das soluções com papel indicador universal. Anote os resultados obtidos.

T3. pH de Sais Ácidos.

Tubo	Subst. Estudada	pH	Reação de Hidrólise
1	H_2O		
2	$FeSO_4$		
3	$FeCl_3$		

4. Reações Ácido-Base

a) $FeCl_3$ com Mg

Pegue um tubo de ensaio limpo e adicione a ele cerca de 5,0 mL de água deionizada. Dissolva nesse volume uma pequena quantidade de $FeCl_3$. Em seguida mergulhe na solução de $FeCl_3$ um pequeno pedaço de fita de magnésio isenta de sua camada de óxido. Observe.

Observe também o aspecto da solução e da fita de magnésio após finalizada a reação. Anote todos os resultados.

T4. Análise dos Resultados.

Reação ocorrida com o $FeCl_3$ em solução:
Reação ocorrida com o Mg:

b) $CuSO_4$ com $NaHCO_3$

Pegue um tubo de ensaio limpo e adicione a ele cerca de 8,0 mL de água destilada. Dissolva neste volume uma pequena quantidade de $CuSO_4$, suficiente para a solução apresentar um azul intenso. Em seguida, divida a solução em dois tubos de ensaio.

Adicione a um dos tubos uma pequena quantidade de $NaHCO_3$, e ao outro tubo uma pequena porção de Na_2CO_3.

Observe e teste o gás liberado com um palito de fósforo aceso. Verifique se há ou não precipitado e a quantidade de gás liberado em cada tubo. Anote seus resultados.

Compare o aspecto dos produtos nos respectivos tubos.

T5. Resultados Obtidos.

Tubo	Aspecto ao final da reação	Observações
1		
2		

Dados:

Zona de viragem da fenolftaleína	cor: incolor a rosa – pH: 8,0 – 9,8
Zona de viragem do Azul de Bromotimol	cor: amarelo a azul – pH: 6,0 – 7,6

SOLUÇÃO TAMPÃO			
MATERIAL			
Bastão de vidro			
Tubo de ensaio (4)			
Béquer de 250 mL			
Espátula			
Papel indicador universal			
Pipeta de 5 e 10 mL (2)			
Proveta de 50 mL			
Vidro de Relógio			
REAGENTES			
Tampão Amoniacal (1:1) 0,10 mol/L			
NH_3 aquoso 0,40 mol/L			
NH_4Cl 0,20 mol/L			
HCl 3 mol/L, HCl 1,0 mol/L			
NaOH 3 mol/L			
NaOAc 0,10 mol/L e 0,20 mol/L			
HOAc 0,10 mol/L e 0,20 mol/L			
Fenolftaleína	Fucsina Básica	Azul de Bromotimol	
NH_4Cl	NH_3 concentrado	NaOAc	HOAc Glacial
NaH_2PO_4	Na_2HPO_4	$NaHCO_3$	Na_2CO_3

PROCEDIMENTO

1. O que é uma solução tampão

a) Adição de HCl

Em quatro tubos de ensaio coloque, respectivamente 10,0 mL de água destilada, HOAc 0,10 mol/L, NaOAc 0,10 mol/L e tampão acético 0,10 mol/L (prepare na hora a partir de HOAc e NaOAc 0,20 mol/L).

Aos quatros tubos, respectivamente, adicione 2 gotas de fucsina básica. Homogeneize e observe as colorações do indicador em cada uma das soluções e compare com os padrões. Anote suas observações. Em seguida, em cada solução separadamente, goteje HCl 3,0 mol/L até a virada do indicador (procure verificar de antemão para qual cor vira o indicador).

Anote o volume de HCl gasto para virada do indicador em cada tubo separadamente (considere que cada gota tenha um volume de 0,05 mL).

b) Adição de NaOH

Torne a preparar uma bateria de quatro tubos com as soluções indicadas no ensaio anterior. Adicione aos quatro tubos, respectivamente, duas gotas de fenolftaleína. Homogeneize e observe a coloração do indicador em cada uma das soluções. Repita o ensaio anterior substituindo HCl 3,0 mol/L por NaOH 3,0 mol/L. Anote os resultados.

T1. Importância da solução tampão.

Tubo	Substância Estudada	Número de Gotas	Volume Adicionado (mL)
Adição de HCl 3,0 mol/L			
1	Água		
2	HOAc 0,10 mol/L		
3	NaOAc 0,10 mol/L		
4	Tampão		
Adição de NaOH 3,0 mol/L			

1	Água		
2	HOAc 0,10 mol/L		
3	NaOAc 0,10 mol/L		
4	Tampão		

2. Preparo da Solução Tampão

Prepare _____ mL de uma solução tampão, conforme indicação de seu professor. Após o preparo, confira o pH da solução no pHmetro, com o auxílio de seu professor.

T2. Avaliação global do preparo da solução tampão. (Todos os grupos)

Grupo	pH do Tampão	Tipo do Tampão[£]	Reagente 1*	Reagente 2*	pH obtido
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

[£] Amoniacal, Acético, Carbonato, Fosfato, etc.

* massa ou volume dos reagentes (ácido e base) utilizados no preparo do tampão.

3. Eficiência de Tamponamento

Coloque em três tubos de ensaio, respectivamente, 10,0 mL de tampão amoniacal 0,10 mol/L, 0,010 mol/L e 0,0010 mol/L. As soluções tampão 0,010 e 0,0010 mol/L serão preparadas pelo grupo por diluição da solução 0,10 mol/L. Em outro tubo de ensaio prepare uma solução tampão a partir de 5,0 mL de NH_3 0,40 mol/L e 5,0 mL de NH_4^+ 0,20 mol/L.

Acrescente três gotas de azul de bromotimol a cada solução. Homogeneize e observe a coloração. Anote suas observações.

Ao primeiro tubo adicione HCl 1,0 mol/L, gota a gota, até a virada do indicador. Anote o volume (vol. macro gota = 0,050 mL) de HCl consumido.

Repita o procedimento com as soluções dos outros três tubos, respectivamente. Anote os volumes de HCl consumido e compare-os.

T3. Eficiência da Solução Tampão.

Tubo	Tampão Amoniacal NH_3:NH_4^+	Número de Gotas	Volume Adicionado (mL)
Adição de HCl 1,0 mol/L			
1	1:1 – 0,10 mol/L		
2	1:1 - 0,010 mol/L		
3	1:1 - 0,0010 mol/L		
4	2:1*		

* Tampão [Base]:[Ácido] = 2:1 □ $[NH_3]$ = 0,20 mol/L e $[NH_4^+]$ = 0,10 mol/L.

PRODUTO DE SOLUBILIDADE	
MATERIAL	
Béquer de 50 mL (2)	Estante de tubos
Bastão de vidro	Espátula
Pipeta de 10 mL	Tubo de centrífuga
Funil	Vidro de relógio

Tubo de ensaio (4)	Centrífuga
REAGENTES	
NaCl	NaCl 0,10 mol/L
HCl concentrado	Na_2S 0,10 mol/L
$Pb(NO_3)_2$ 0,10 mol/L	$Na_2C_2O_4$ 0,10 mol/L
K_2CrO_4 0,10 mol/L	$Ba(NO_3)_2$ 0,10 mol/L
$AgNO_3$ 0,10 mol/L	KI 0,20 mol/L

PROCEDIMENTO

1. Equilíbrio em Solução Saturada

Em um béquer de 50 mL adicione 20 mL de água deionizada e pequena quantidade de NaCl. Homogeneize completamente a solução e em seguida adicione 5,0 mL de HCl concentrado (NA CAPELA). Observe.

Em outro béquer de 50 mL, contendo 20 mL de água deionizada, adicione NaCl até saturar a solução. Decante a solução e adicione aodecantado 5,0 mL de HCl concentrado (NA CAPELA). Observe e anote suas observações.

T1. Solubilidade do NaCl.

Recipiente	Observação*	Solução Final**
Béquer 1		
Béquer 2		

* Houve ou não precipitação? ** Saturada, Insaturada ou Supersaturada.

2. Influência da Concentração na Precipitação.

Em um tubo de ensaio misture 2,0 mL de $Pb(NO_3)_2$ 0,10 mol/L e 2,0 mL de KI 0,20 mol/L. Agite, observe e anote. Em seguida pipete 1,0 mL de $Pb(NO_3)_2$ 0,10 mol/L para um tubo de ensaio e adicione 9,0 mL de água. Homogeneize perfeitamente. Em outro tubo adicione 1,0 mL de KI 0,20 mol/L e complete com 9,0 mL de água. Homogeneize perfeitamente. Você obterá assim soluções diluídas de $Pb(NO_3)_2$ e KI. Calcule as novas concentrações.

Pipete para um terceiro tubo 5,0 mL da solução diluída de $Pb(NO_3)_2$ e 5,0 mL da solução diluída de KI. Agite, observe e anote.

Transfira cerca de um terço do conteúdo deste tubo de ensaio para novo tubo e aqueça. Observe e em seguida deixe repousar, observando após esfriar.

A seguir, pipete 1,0 mL da solução diluída de $Pb(NO_3)_2$ para um tubo de ensaio e acrescente 9,0 mL de água. Repita o mesmo procedimento com a solução diluída de KI em outro tubo de ensaio. Desta forma, você obterá novas soluções diluídas de $Pb(NO_3)_2$ e KI. Calcule estas novas concentrações.

Retire uma alíquota de 5,0 mL da nova solução diluída de KI e misture com 5,0 mL da nova solução diluída de $Pb(NO_3)_2$. Agite, observe e anote.

T2. Influência do Produto Iônico Inicial (PI) na Precipitação de PbI_2.

Exp.	Concentração KI Inicial (mol/L)	Concentração $Pb(NO_3)_2$ Inicial (mol/L)	Fator de Diluição	Concentração KI de Mistura (mol/L)	Concentração $Pb(NO_3)_2$ de Mistura (mol/L)	Produto Iônico PI
PRIMEIRA EXPERIÊNCIA: MISTURA DE KI 0,20 MOL/L COM $Pb(NO_3)_2$ 0,10 MOL/L.						
1						
SEGUNDA EXPERIÊNCIA: MISTURA DE KI E $Pb(NO_3)_2$ DILUÍDOS A PARTIR DA EXPERIÊNCIA 1.						
2						
TERCEIRA EXPERIÊNCIA: MISTURA DE KI E $Pb(NO_3)_2$ DILUÍDOS A PARTIR DA EXPERIÊNCIA 2.						
3						

3. Precipitação Fracionada

EXPERIÊNCIA 1

Coloque em dois tubos de ensaio, respectivamente, 1,0 mL de NaCl 0,10 mol/L e 1,0 mL de K_2CrO_4 0,10 mol/L. Adicione em seguida uma gota de $AgNO_3$ 0,10 mol/L a cada um dos tubos. Homogeneize, observe e anote as colorações dos precipitados.

Em outro tubo de ensaio misture 1,0 mL de NaCl 0,10 mol/L e 1,0 mL de K_2CrO_4 0,10 mol/L. Adicione, em seguida, $AgNO_3$ 0,10 mol/L gota a gota. . Agite a solução e observe a cor do precipitado formado. Adicione $AgNO_3$ 0,10 mol/L até cessar a precipitação. Anote seus resultados.

T3. Resultados Obtidos

Ensaio	Cor do Precipitado	Kps do Sal Precipitado	Solubilidade do Sal Precipitado
NaCl + $AgNO_3$			
K_2CrO_4 + $AgNO_3$			

EXPERIÊNCIA 2

Coloque 2,0 mL de solução de NaCl 0,10 mol/L em um tubo de ensaio e goteje $AgNO_3$ 0,10 mol/L para formação de precipitado em quantidade apreciável. Agite a solução e centrifugue. Remova a fase líquida desprezando-a.

Ao precipitado acrescente 2,0 mL de solução de KI 0,10 mol/L e agite usando o vórtex. Observe, anote todos os resultados e conclua acerca da identidade da nova substância formada.

T4. Resultados Obtidos.

Ensaio	Reação Química (Forma Iônica)	Cor do Precipitado	Kps do Precipitado	Solubilidade do Precipitado (mol/L)
$AgNO_3$ + NaCl				
ppt + KI				

EXPERIÊNCIA 3

Coloque 3,0 mL de $Ba(NO_3)_2$ 0,10 mol/L num tubo de ensaio e adicione $Na_2C_2O_4$ 0,10 mol/L até cessar a precipitação. Deixe decantar por alguns minutos e centrifugue.

Transfira o sobrenadante para um tubo de ensaio limpo (não deixe que haja contaminação do sobrenadante com precipitado). Verifique se houve precipitação total a partir da adição de duas gotas de $Na_2C_2O_4$ 0,10 mol/L. Caso ainda haja precipitação, adicione mais quatro gotas de reagentes e torne a centrifugar, separando novo sobrenadante.

Ao tubo contendo o sobrenadante adicione 1,0 mL de K_2CrO_4 0,10 mol/L. Agite, aguarde alguns instantes e centrifugue. Despreze o sobrenadante, lave o precipitado, cuidadosamente, com pequena quantidade de água e observe sua coloração. Anote os resultados.

T5. Resultados Obtidos.

Ensaio	Reação Química (Forma Iônica)	Cor do Precipitado	Kps do Precipitado	Solubilidade do Precipitado (mol/L)
$Ba(NO_3)_2$ + $Na_2C_2O_4$				
Sobrenad. + K_2CrO_4				

Anexo 2 - Apostila de Práticas de Laboratório de Físico-química 2

ELETROQUÍMICA - PILHAS			
MATERIAL			
Béquer de 50 mL (4)		Voltímetro	
Béquer de 100 mL		Fonte de corrente contínua	
Placa de Petri (5)		Fios de cobre	
Ponte Salina			
REAGENTES			
$ZnSO_4$ 0,10 mol.L^{-1}	$CuSO_4$ 0,10 mol.L^{-1}	$Pb(NO_3)_2$ 0,10 mol.L^{-1}	$CuSO_4$ 1,0x10^{-4} mol.L^{-1}
NaCl 3% (m/v)	Fenolftaleína 1%	Cobre	Zinco
Ferro (barra)	Chumbo	$K_3[Fe(CN)_6]$ 1%	Lã de aço

PROCEDIMENTO

1) Montagem de Pilha

a) Pilha com eletrodos de Cu(s)/Cu^{2+}(0,10 mol.L^{-1}) e Zn(s)/Zn^{2+}(0,10 mol.L^{-1})

Monte uma pilha com eletrodos de cobre imerso em solução aquosa de $CuSO_4$ 0,10 mol.L^{-1} e zinco imerso em solução aquosa de $ZnSO_4$ 0,10 mol.L^{-1}, voltímetro e ponte salina de KNO_3. Observe e anote o valor da ddp. Procure analisar detidamente todo o processo.

b) Pilha com eletrodos de Cu(s)/Cu^{2+}(0,10 mol.L^{-1}) e Pb(s)/Pb^{2+}(0,10 mol.L^{-1})

Repita o procedimento anterior, substituindo o eletrodo de zinco imerso em $ZnSO_4$ por um eletrodo de chumbo imerso em $Pb(NO_3)_2$ 0,10 mol.L^{-1}.

c) Pilha com eletrodos de Pb(s)/Pb^{2+}(0,10 mol.L^{-1}) e Zn(s)/Zn^{2+}(0,10 mol.L^{-1})

Repita o procedimento B, substituindo o eletrodo de cobre imerso em solução de seus íons por um eletrodo de zinco imerso em solução de $ZnSO_4$ 0,10 mol.L^{-1}.

d) Pilha de concentração com eletrodos de: /Cu^{2+}(1,0x10^{-4} mol.L^{-1}) Cu(s) e Cu^{2+}(0,10 mol.L^{-1})/Cu(s)

Repita o procedimento A, substituindo o eletrodo de zinco imerso em solução de seus íons por um eletrodo de cobre imerso em solução de $CuSO_4$ 1,0x10^{-4} mol.L^{-1}.

e) Pilha com eletrodos: Cu(s)/Cu^{2+}(1,0x10^{-4} mol.L^{-1}) e Pb(s)/Pb^{2+}(0,10 mol.L^{-1})

Repita o procedimento D, substituindo o eletrodo de cobre imerso em solução de $CuSO_4$ 0,10 mol.L^{-1}de seus íons por um eletrodo de chumbo imerso em solução de $Pb(NO_3)_2$ 0,10 mol.L^{-1}.

f) Pilha em Série:

Com os eletrodos já empregados anteriormente e duas pontes salinas, procure montar uma pilha em série com a maior ddp possível. Determine a ddp e analise detidamente o processo.

Atenção: mudar para equação de redução

T1. Quatro eletrodos escolhidos para montar a pilha em série.

Eletrodo 1	
Eletrodo 2	
Eletrodo 3	
Eletrodo 4	

T2. Resultados obtidos.

EXPERIÊNCIA	ΔE experimental (V)	ΔE calculada (V)	Erro Experimental (%)
A			
B			
C			
D			
E			
F			

2) Processos Eletroquímicos em Solução Salina

a) Em uma placa de Petri adicione água deionizada até a borda e 3 gotas de fenolftaleína. Em uma segunda placa, adicione o mesmo volume de água, acrescente 3 gotas de fenolftaleína e 1,0 mL de ferricianeto de potássio. Em uma terceira placa adicione solução de NaCl 3%; 1,0 mL de ferricianeto de potássio e 3 gotas de fenolftaleína. Homogeneize e coloque em cada uma das placas de Petri um pedaço de lã de aço. Observe e conclua.

T3. Resultados obtidos.

Experiência	Componentes	Observação/Produtos de Reação
a1	H_2O + Fenolftaleína	
a2	H_2O + Fenolft. + $[Fe(CN)_6]^{3-}$	
a3	NaCl 3% + Fenolft. + $[Fe(CN)_6]^{3-}$	

b) Em uma placa de petri, coloque solução aquosa de NaCl 3%, 3 gotas de solução alcoólica de fenolftaleína (1%) e 1,0 mL de solução aquosa de ferricianeto de potássio. Promova a imersão de um bastão de cobre e um bastão de ferro, ligados por um fio de cobre, na solução preparada. Observe e analise detidamente o processo.
c) Proceda como indicado em “b”, substituindo o Cu pelo Zn.
d) Repita o ensaio “b”, ligando o fio de cobre ao pólo negativo e o ferro ao pólo positivo de uma fonte de alimentação de corrente contínua.
e) Proceda da mesma forma que em “d”, porém invertendo a polarização dos eletrodos.

T4. Resultados obtidos.

Experiência	Componentes	Produtos do Catodo	Produtos do Anodo
b	NaCl 3%, $[Fe(CN)_6]^{3-}$, Fe(s), Cu(s), Fenolf.		
c	NaCl 3%, $[Fe(CN)_6]^{3-}$, Fe(s), Zn(s), Fenolf.		
d	NaCl 3%, $[Fe(CN)_6]^{3-}$, Fe(s), Cu(s), Fenolf.		
e	NaCl 3%, $[Fe(CN)_6]^{3-}$, Fe(s), Cu(s), Fenolf.		

ELETROQUÍMICA - ELETRÓLISE

MATERIAL			
Placa de Petri		Fonte de corrente contínua	
Bastão de vidro		Eletrodos de cobre (2)	
Pipeta de 10 mL		Eletrodos de grafite (2)	
Tubos de ensaio (2)		Fios de cobre	
REAGENTES			
KI 5 %	NaCl 3% (m/v)	Fenolftaleína 1% alc.	$CuSO_4$ 0,5 mol.L^{-1}
H_2SO_4 1,0 mol.L^{-1}		Goma de amido	

PROCEDIMENTO

1) Eletrólise de Solução de KI com Eletrodo de Grafite

Em uma placa de Petri adicione KI 5% até quase atingir a borda. Adicione à solução 4 gotas de fenolftaleína. Paralelamente, ligue dois eletrodos de grafite aos pólos de uma fonte de ±4,5 V.

Proceda a imersão dos eletrodos na placa de Petri contendo KI 5%, mantendo-os distantes um do outro. Aguarde alguns minutos, observe e anote. Conclua acerca da natureza dos produtos de eletrólise.

T1. Resultados obtidos.

ESPÉCIES PRESENTES:
POSSIBILIDADES DE REDUÇÃO:
POSSIBILIDADES DE OXIDAÇÃO:
REAÇÃO OCORRIDA:

2) Eletrólise de Solução de $CuSO_4$ com Eletrodos de Grafite

Repita o mesmo procedimento do ensaio 1, utilizando $CuSO_4$ 0,50 mol.L^{-1} em vez de KI 5%. *NÃO UTILIZAR FENOLFTALEÍNA*.

Observe durante alguns minutos. O que ocorre? Como se apresentam os eletrodos após esse tempo? Há formação de gás?

Conclua acerca da natureza dos produtos de eletrólise.

T3. Resultados obtidos.

ESPÉCIES PRESENTES:
POSSIBILIDADES DE REDUÇÃO:
POSSIBILIDADES DE OXIDAÇÃO:
REAÇÃO OCORRIDA:

3) Eletrólise de KI 5% com Eletrodos de Cobre

Repita o mesmo procedimento do ensaio 1, substituindo os eletrodos de grafite por eletrodos de cobre. Observe.

O que ocorre no pólo positivo? E no pólo negativo? Há formação de depósito? Há formação de gás? Há alguma alteração visível na solução eletrolisada?

Conclua acerca da natureza dos produtos de eletrólise.

T4. Resultados obtidos.

ESPÉCIES PRESENTES:
POSSIBILIDADES DE REDUÇÃO:
POSSIBILIDADES DE OXIDAÇÃO:
REAÇÃO OCORRIDA:

4) Eletrólise de Solução de H_2SO_4 com Eletrodos de Cobre

Repita o mesmo procedimento do ensaio 1, utilizando H_2SO_4 1,0 mol.L^{-1} e eletrodos de cobre. Aguarde alguns minutos, observe e anote. *NÃO UTILIZAR FENOLFTALEÍNA*.

O que ocorre? Conclua acerca da natureza dos produtos de eletrólise.

T5. Resultados obtidos.

ESPÉCIES PRESENTES:
POSSIBILIDADES DE REDUÇÃO:
POSSIBILIDADES DE OXIDAÇÃO:
REAÇÃO OCORRIDA:

TERMOQUÍMICA

MATERIAL	
Béquer de 100 mL	Proveta de 100 mL
Vidro de relógio	Bastão de vidro
Béquer de 50 mL	Espátula
Termômetro Faixa: 0º - 100ºC	Tela de amianto
REAGENTES	
NaOH em lentilhas	H_2SO_4 0,50 mol.L^{-1}
NaOH 1,0 mol.L^{-1}	H_2SO_4 0,25 mol.L^{-1}
HCl 1,0 mol.L^{-1}	HCl 0,50 mol.L^{-1}

PROCEDIMENTO

1) Comprovação da Lei de Hess

a) Reação 1: Calor de dissolução do NaOH

I. Determinar a massa, ao 0,01 g, de um béquer de 100 mL limpo e seco. Anotar este valor na tabela 1.
II. Transferir o béquer, após a pesagem, para a tela de amianto localizada sobre o tripé de ferro.
III. Medir, com auxilio de uma proveta, 100,0 mL de água deionizada. Após a medição, verter o volume de água no béquer localizado sobre a tela de amianto.
IV. Colocar o termômetro dentro da massa de água, tomando cuidado para que o mesmo não toque nas paredes do béquer. Agitar a massa de água. Aguardar 3 minutos. Medir a temperatura da água com três algarismos significativos, sendo que o da incerteza será atribuído pelo componente do grupo que fizer a medida.
V. Pesar aproximadamente 2,00 g (entre 1,98 e 2,02) de NaOH com auxilio de um vidro de relógio. ANOTAR A MASSA MEDIDA. Tomar cuidado, pois o NaOH é uma substância higroscópica, logo, em caso de demora, ocorrerá erro na determinação dessa massa.
VI. Transferir para o béquer localizado sobre a tela de amianto, a massa de NaOH pesada.
VII. Agitar a mistura com o auxilio do termômetro. Tomar cuidado para que, durante a agitação, o termômetro não toque nas paredes do béquer, e nem o aluno segure o béquer com as mãos.
VIII. Observar o aumento da temperatura e anotar a temperatura mais alta alcançada quando todo o sólido for dissolvido.

b) Reação 2: Calor de Neutralização.

I. Lavar e enxugar bem todo o material utilizado no procedimento 1.
II. Transferir, com auxilio de uma proveta, 50,0 mL de solução de HCl 1,0 $mol.L^{-1}$ ou H_2SO_4 0,50 $mol.L^{-1}$ para o béquer de 100 mL, localizado sobre a tela de amianto.
III. Medir a temperatura dessa solução. ANOTAR ESSA TEMPERATURA.
IV. Transferir, com auxilio de um proveta, 50,0 de solução de NaOH 1,0 $mol.L^{-1}$ para um béquer de 50 mL. Colocar este béquer sobre a tela de amianto.
V. Medir a temperatura da solução de NaOH. Tomar cuidado para que, antes de colocar o termômetro dentro da solução, o mesmo esteja limpo. Caso as temperaturas das soluções sejam diferentes, colocar os dois béqueres em contato e aguardar que os mesmos alcancem o equilíbrio térmico.
VI. Adicionar a solução de NaOH 1,0 $mol.L^{-1}$ sobre os 50,0 mL de solução de HCl 1,0 $mol.L^{-1}$ ou de H_2SO_4 0,50 $mol.L^{-1}$. Misturar rápida e cuidadosamente com o termômetro.
VII. Medir a temperatura mais alta alcançada.

c) Reação 3: Calor de Dissolução e Neutralização.

I. Lavar e enxugar todo o material utilizado no experimento 2.
II. Repetir os passos de III a VIII do procedimento 1, substituindo os 100,0 mL de água deionizada por 100,0 mL de solução de HCl 0,50 $mol.L^{-1}$ ou 100,0 mL de solução de H_2SO_4 0,25 $mol.L^{-1}$, conforme orientação do seu professor.

CÁLCULOS

1) Admitir que, para esse experimento, as trocas de energia entre o sistema termodinâmico (as reações estudadas e o béquer) e as vizinhanças do sistema são desprezíveis. Para a realização dos cálculos, utilizar a equação fundamental da calorimetria.

$$q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

q - calor absorvido ou liberado pelo processo.
m – massa da substância.
c – calor específico ou capacidade calorífica específica da substância.
ΔT – variação da temperatura.

2) Observar que o calor total que acompanha cada transformação é dado pelo calor absorvido pelo béquer mais o calor absorvido pela solução, ou seja,

$$q_{total} = q_{bequer} + q_{água\ ou\ solução}$$

3) Assumir que:

a) A massa da solução em todos os experimentos é igual a 100 g.
b) O calor específico da solução é igual ao da água, ou seja, 1,00 cal/g°C.
c) O calor específico do béquer é igual a 0,20 cal/g°C.

A variação de energia (ΔH) que acompanha cada transformação é dada por:

$$\Delta H = - q_{total}$$

4) Determinar a variação de entalpia molar (quantidade total de calor por mol de NaOH) que acompanha cada um dos processos realizados nessa prática.

5) A partir desses valores, comprovar a lei de Hess.

T.1: Resultados obtidos.

	Reação 1	**Reação 2**	**Reação 3**
Massa de NaOH (g)			
Número de mols			
Massa do Béquer (g)			
Massa da solução (g)			
Temperatura Inicial (°C)			
Temperatura Final (°C)			
Variação da Temperatura ($\Delta T \pm$ Erro)			
$q_{béquer}$ **(cal)**			
$q_{água\ ou\ solução}$ **(cal)**			
q_{total} **(cal)**			
ΔH (kcalmol^{-1})			

CÁLCULO DO ERRO:

Calcule o erro experimental, conforme descrito abaixo, e discuta acerta da comprovação da Lei de Hess.

ΔH_3 ------ 100 %

$| \Delta H_3 - (\Delta H_1 + \Delta H_2) |$ ----- X

CINÉTICA

MATERIAL		
Tubos de ensaio (10)	Estante para tubos	Tripé
Pipetas de 10 mL (3)	Béquer de 250 mL	Tela de amianto
Pipetas de 5 mL (2)	Cronômetro	Bico de Bunsen
Bastão de vidro	Termômetro	Béquer de 100 mL (2)
Espátula		
REAGENTES		
$Na_2S_2O_3$ 0,50 mol.L^{-1}	HCl 0,50 mol.L^{-1}	KI sólido
$Pb(NO_3)_2$ sólido	H_2O_2 diluído	MnO_2 sólido
HCl 2,0 mol.L^{-1}	Palha de aço	Tiouréia
$Na_2C_2O_4$ 0,10 mol.L^{-1}	H_2SO_4 2,0 e 0,50 mol.L^{-1}	$MnSO_4$ 2%

PROCEDIMENTO

1) ***Influência da concentração na velocidade de reação:***

Variação da concentração de tiossulfato na reação entre $Na_2S_2O_3$ e HCl

Separar cinco tubos de ensaio, numerando-os de 1 a 5. *Adicionar* a cada *tubo*, respectivamente: 6,0 mL, 4,0 mL, 3,0 mL, 2,0 mL e 1,0 mL de $Na_2S_2O_3$ 0,50 mol.L^{-1}. Utilize pipeta de 10,0 mL para a medida de 6,0 mL e pipeta de 5,0 mL para as demais medidas. Reserve o primeiro tubo.

Em seguida, adicionar, a cada um dos demais tubos, respectivamente, 2,0 mL, 3,0 mL, 4,0 mL e 5,0 mL de água deionizada. Ao final, todos os tubos conterão 6,0 mL de solução de tiossulfato de sódio em diferentes concentrações. ***Calcular essas concentrações.***

Homogeneizar perfeitamente as soluções. Reservar os tubos junto com o primeiro. (*Colocar todos os tubos na estante).* Paralelamente, colocar em um béquer de 50 mL cerca de 40 mL de solução de HCl 1,0 mol.L^{-1}.

Mantenha em suas mãos um cronômetro e prepare uma folha de papel em branco com um ponto escuro marcado. Esse ponto será sua referência para determinar o término da reação. Ao reagirmos tiossulfato em meio ácido, temos formação de enxofre coloidal. O início da reação será dado pelo exato momento da adição do ácido e o término, pelo momento no qual, através da solução, não mais se puder enxergar o ponto escuro na folha de papel.

Fazer então a adição de 6,0 mL de solução de HCl 0,50 mol.L^{-1} ao primeiro tubo. Determinar o tempo de reação. Anotar esse valor.

Repetir o mesmo procedimento com as demais soluções, anotando devidamente todos os valores obtidos.

Calcular a velocidade da reação em termos do desaparecimento do tiossulfato. Para isso, considere que a concentração final de tiossulfato seja desprezível.

T.1: Variação da concentração de tiossulfato.

	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5
Volume $Na_2S_2O_3$ 0,50 mol.L^{-1}(mL)	6,0	4,0	3,0	2,0	1,0
Volume de H_2O (mL)	0,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Diluição					
$[S_2O_3^{2-}]$					
Mistura de 6,0 mL de tiossulfato de sódio + 6,0 mL de HCl 1,0 molL^{-1}					
$[S_2O_3^{2-}]_{mistura}$					
$[H_3O^+]_{mistura}$					
Tempo gasto (s)					
Velocidade média $v_M = -\frac{\Delta[S_2O_3^{2-}]}{\Delta t}$					

Variação da concentração de H_3O^+ na reação entre $Na_2S_2O_3$ e HCl.

Proceder como indicado anteriormente, apenas substituindo $Na_2S_2O_3$ 0,50 mol.L^{-1} por HCl 1,0 mol.L^{-1} e vice-versa.

T.2: Variação da concentração de hidrônio (H_3O^+).

	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5
Volume HCl 0,50 mol.L^{-1}(mL)	6,0	4,0	3,0	2,0	1,0
Volume de H_2O (mL)	0,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Diluição					
$[H_3O^+]$					
Mistura de 6,0 mL de HCl 1,0 mol.L^{-1} + 6,0 mL de tiossulfato de sódio 0,50 mol.L^{-1}					
$[H_3O^+]_{mistura}$					
$[S_2O_3^{2-}]_{mistura}$					
Tempo gasto (s)					
Velocidade média $v_M = -\frac{\Delta[H_3O]^+}{2\Delta t}$					

2) Influência da temperatura na velocidade de reação.

Transferir 4,0 mL de solução de $Na_2S_2O_3$ 0,50 mol.L^{-1} para 4 tubos de ensaio limpos e secos. Marcar esses tubos com os números 1, 2, 3, 4. Em outros 4 tubos de ensaio, numerados de 1a, 2a, 3a, 4a, transferir, com auxílio de uma pipeta, 4,0 mL de solução de H_2SO_4 0,50 mol.L^{-1}.

Colocar os oito tubos de ensaio em um béquer de 500 mL. Adicionar, a este béquer, água suficiente para cobrir as soluções contidas nos tubos de ensaio. Medir, com o termômetro, a temperatura da água. Anotar este valor.

Após a determinação da temperatura da água, proceder a mistura dos conteúdos dos tubos 1 e 1a. Marcar o tempo necessário para turvar a solução. Anote este valor.

Aquecer a água do béquer com os seis tubos restantes até que a temperatura esteja 10,0° acima da temperatura da mistura dos tubos 1 e 1a. Repetir esse procedimento com os demais tubos, anotando os tempos de reação.

	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4

Temperatura da Reação	Ambiente °C	Ambiente + 10,0° C	Ambiente + 20,0° C	Ambiente + 30,0° C
Concentração de mistura $[H_3O]^+$				
Concentração de mistura $[S_2O_3]^{2-}$				
Tempo gasto (s)				
Velocidade média da reação $v_M = -\frac{\Delta[S_2O_3^{2-}]}{\Delta t}$				

3***) Influência da superfície de contato***

Em um tubo de ensaio limpo e seco, misturar quantidades iguais de KI sólido e $Pb(NO_3)_2$ sólido. Observe.

Em outro tubo de ensaio adicionar 1,0 mL de solução de KI 0,20 $mol.L^{-1}$ e 1,0 mL de solução de $Pb(NO_3)_2$ 0,10 $mol.L^{-1}$. Observar e anotar os resultados.

4) ***Ação do catalisador, do inibidor e do promotor de reação.***

a) Decomposição do peróxido de hidrogênio (H_2O_2)

Em um tubo de ensaio adicionar, com auxílio de uma pipeta graduada, 3,0 mL de solução de H_2O_2 3,0 %. A este tubo, adicionar em seguida uma pequena quantidade (ponta de espátula) de MnO_2 sólido. Observar e anotar suas conclusões.

b) Reação do ferro com ácido clorídrico.

Adicionar a um béquer de 100 mL, 50 mL de solução de HCl 2,0 $mol.L^{-1}$. A um segundo béquer de 100 mL, adicionar iguais 50 mL de solução de HCl 2,0 $mol.L^{-1}$ e cerca de 0,10 g de tiouréia. Em seguida, adicionar aos dois béqueres um pedaço de lã de aço. Observar e anotar os seus resultados.

c) Reação entre oxalato de sódio e permanganato de potássio em meio ácido.

Adicionar a dois tubos de ensaio 2,0 mL de oxalato de sódio ($Na_2C_2O_4$) 0,10 $mol.L^{-1}$ e 2,0 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 2,0 $mol.L^{-1}$. A apenas um desses tubos, adicionar 3 gotas de solução de $MnSO_4$ 2,0 %. Em seguida, adicionar aos dois tubos 1,0 mL de solução de $KMnO_4$ 0,05 $mol.L^{-1}$. Observar e anotar os resultados.