



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE BAURU - FACULDADE DE CIÊNCIAS

DIOGO DE ARAUJO CARVALHO

**EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: PROPOSTAS DE
REALIZAÇÃO EM BUSCA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

BAURU - SP

2016

DIOGO DE ARAUJO CARVALHO

**EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: PROPOSTAS DE
REALIZAÇÃO EM BUSCA DA APRENDIZAGEM SIGNNIFICATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Licenciatura em Química da
Universidade Estadual Paulista “Júlio
de Mesquita Filho” – UNESP, como
parte dos requisitos para obtenção
do título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof^ª. Dr. Silvia Regina
Q. A. Zuliani

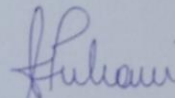
BAURU - SP

2016

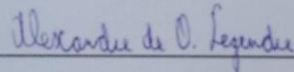
DIOGO DE ARAUJO CARVALHO

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: PROPOSTAS
DE REALIZAÇÃO EM BUSCA DA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA

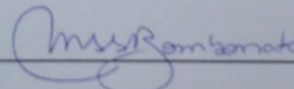
COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof.ª. Dra. Sílvia Regina Quijadas Aro Zuliani



Prof. Dr. Alexandre de Oliveira Legendre



Prof.ª. Dra. Maria Terezinha Siqueira Bombonato

BAURU, 03 DE FEVEREIRO DE 2016

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha mãe que me acompanhou em todas essas aventuras ao longo de tantos anos e a Deus que sempre me dá força para continuar em frente e não parar de estudar.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer inicialmente a Prof. Dra. Silvia Regina Q. A.Zuliani pela paciência sem fim e por ter aberto um pouco minha cabeça para o bonito, porém muito desafiador mundo da educação.

A todos os outros professores, pelo conhecimento transmitido e por nunca negarem uma explicação, às vezes mais de uma vez.

A minha namorada Ana Paula por me acompanhar durante esse tempo e entender toda a correria do dia-a-dia de quem estuda e trabalha ao mesmo tempo.

Ao meu grande amigo Daniel Dalla Vale que por vezes me resgatou nas matérias com sua inteligência diferenciada e ainda me proporcionou boas risadas ao longo de tantos anos.

Aos meus amigos Diego Venturini, Matheus Paulozzi, Lucas Nascimento, José Eduardo e Mayara Souza pela companhia.

RESUMO

A Experimentação no Ensino de Ciências é utilizada desde o início do século XIX e tem sua origem ligada às atividades de laboratório realizadas nas universidades. Essas atividades por sua vez usavam e, em muitos casos, ainda usam, o método científico proposto inicialmente por Descartes no século XVIII para a construção do conhecimento científico. Uma das alegações é que tal método seria o mais rápido e o mais barato para gerar informação científica, porém, sendo baseado no empirismo-positivismo, considera que todas as pessoas têm a mesma capacidade de aprendizagem e podem partir do mesmo ponto. Através deste trabalho, não se pretende contestar a metodologia científica nem sua importância na História da Ciência, mas apenas identificar e descrever outras possibilidades no uso do laboratório de ensino, que podem facilitar a aprendizagem de um número muito maior de estudantes, contemplando diferentes capacidades cognitivas e gerando melhor aprendizagem do conhecimento científico e sua transferência a situações de vida prática, além de aprendizagens mais significativas. Ao longo do texto, apresentam-se quatro diferentes propostas, que partem da utilização do laboratório na comprovação de teorias, incapaz de aplicar o conhecimento aprendido fora da escola, até aquelas que desenvolvem nos alunos a capacidade de argumentar cientificamente sobre temas do seu dia-a-dia.

ABSTRACT

The Experimentation in Science Education is used since the beginning of 19th century and has its origins linked to the laboratory classes realized in the universities. These classes used, and in many cases, still use the Scientific Method initially proposed by Descartes in the 18th century for the construction of scientific knowledge. One of the allegations is that the method would be the fastest and the cheapest way to generate scientific information, although, it is based on empiricism-positivism, which considers that all people have the same learning skill and they can start from the same spot. Through this paper, it is not intended to contest the scientific methodology, or even its importance in science history, but just try to identify and describe other possibilities in using of the teaching laboratory, which can make the learning easier for a much higher number of students, contemplating different cognitive capabilities and generating a better scientific knowledge learning and its transfer to practical situations in life, besides, they can provide more significant learnings. Over the text, four different purposes will be presented, which depart from the laboratory use for theory evidence, incapable to make students use the learned knowledge outside the school, until that which develops in the students capabilities to scientifically argue about their day to day themes.

Índice de Quadros

Quadro 1: Síntese das diferentes possibilidades no uso das atividades experimentais	42
---	----

Sumário

Introdução	10
1. Metodologia e questão de pesquisa.....	16
2. Diferentes perspectivas no uso da experimentação:.....	20
2.1 Experimentos para comprovar uma teoria	22
2.2 Experimentos baseados em previsões.....	26
2.3 Experimentos nas quais ocorrem discussões de grupo aliadas a previsões	30
2.4 Experimentos baseados na contextualização, CTSA e questões sócio-científicas	34
3. Discussão e considerações finais	39
Referências:.....	43

Introdução

O início da Ciência Moderna deu-se no século XVII, quando se passou a utilizar mais o racionalismo em detrimento da relação com o divino no entendimento dos fenômenos da natureza. A observação, a indução e a experimentação passaram a ser pré-requisitos na metodologia científica. Segundo Galileu, a experimentação assumiu um papel legitimador da ciência, ou seja, de comprovação (GIORDAN, 1999, p.44 *apud* SILVA et al., 2009).

O método de construção do conhecimento científico proposto no século XVII, cujo precursor foi Descartes, um dos responsáveis pelo que chamamos de revolução científica ao lado de John Locke, Newton, Copérnico, Maquiavel, dentre outros, ainda é o mais utilizado por boa parte da comunidade científica. O método então proposto têm influenciado ainda muitos setores da Ciência e inclusive o Ensino das Ciências, para alunos do Ensino Médio.

Tal método baseava-se em uma série de processos materiais e mentais realizados de maneira ordenada e tinha como objetivo o entendimento de um fenômeno ou objeto. Ao longo desse processo são formuladas e testadas hipóteses. O conjunto dessas atividades constitui o método científico que possibilita, com maior segurança e economia, adquirir conhecimento científico.

Por último, o método científico apresenta caráter investigativo e baseia-se na explicitação do problema de maneira clara, seguido de uma revisão literária válida de tudo que estiver disponível sobre o assunto para, a seguir, elaborar hipóteses e experimentos capazes de validá-las ou não e só então apresentar a solução para o público. (FERNANDES 1997, p 17-18)

A utilização da experimentação na educação escolar em Ciência Moderna já é bem antiga e é possível encontrar relatos de seu início no século XIX mais precisamente em 1865 na Inglaterra, no Royal College Chemistry (GALIAZZI 2000 *apud* GONÇALVES 2005). Porém Petiat (1994) dizia que na França do século XVIII já existiam cerca de seiscentos locais utilizados para experimentação e observação.

No entanto, a grande maioria dos pesquisadores concorda que a experimentação na escola é um reflexo da universidade, Galiazzi et al. (2001 *apud* SILVA et al. 2009) dada a semelhança de procedimentos e laboratórios encontrada entre a experimentação desenvolvida na universidade e nas escolas de Educação Básica.

A utilização da experimentação no Ensino de Ciências só obteve relevância a partir da década de 60, quando os EUA publicaram o Biological Science Curriculum Study BSCS, o Chemical Education Material Study CHEMS e o Physical Science Committee Study PSSC e na Inglaterra com os cursos Nuffield de Biologia, Química, Matemática e Física.

Segundo Gonçalves (2005), concordando com outros pesquisadores o motivo principal para a criação desse novo currículo seria o avanço tecnológico soviético representado principalmente pelo lançamento do primeiro satélite artificial o Sputnik. Esses projetos de ensino foram publicados em diversas línguas e fizeram parte da metodologia de ensino de ciências em vários países.

No Brasil, o livro do CHEMS foi traduzido como “Química uma Ciência Experimental”. Talvez a visão da Química como uma ciência essencialmente experimental no Brasil, tenha sido gerada em parte por estas propostas. Portanto, a experimentação no Ensino de Química pode ter tido sua origem relacionada à necessidade de novos cientistas.

Os professores, em sua maioria, reclamam com frequência das más condições dos laboratórios didáticos e das condições de vidraria e reagentes (quando os têm) para a realização de experimentos. Porém, muitas vezes essa acaba sendo uma justificativa para a não realização dos mesmos (GONÇALVES e MARQUES, 2006, p. 219)

Moreira e Diniz (2003) realizaram uma pesquisa para avaliar a infra-estrutura do laboratório de uma escola em uma cidade do interior do Estado de São Paulo e observaram que além do espaço não ser o ideal, devido a presença de janelas pequenas e colunas que atravessam o meio da sala, há um excesso de alguns instrumentos como béqueres, por exemplo, que segundo os autores demonstram uma falta de planejamento e mesmo de conhecimento ao implantar o laboratório.

Krasilchik (1986), Weissmann (1998) e Capeletto (1992) citam alguns pontos a ser levados em consideração durante o planejamento de um laboratório:

- Os laboratórios devem ser bem localizados e ventilados. Uma boa circulação de ar é indispensável para o laboratório de química já que muitas reações, mesmo em concentrações baixas, liberam gases tóxicos que, em ambientes muito fechados, são prejudiciais à saúde.
- Também é interessante haver, no mesmo ambiente, uma sala de preparação, para que experimentos em andamento possam ser postos sem atrapalhar o ambiente de trabalho.

- Pias devem estar dispostas estrategicamente para a lavagem de mãos, vidrarias e demais utensílios de laboratório.

Se houver carência de recursos, conforme discutido nesse trabalho, o professor pode recorrer a funcionários e até mesmo aos próprios alunos para realizar o experimento, de acordo com Capelleto (1992 *apud* MOREIRA e DINIZ, 2003). A ausência ou má qualidade dos reagentes também não é um argumento válido, pois diversos fenômenos químicos podem ser demonstrados com reagentes de baixíssimo custo.

De acordo com Galiazzi e Gonçalves (2004), a utilização de experimentos no Ensino de Química já acontece há mais de um século, e no seu início, como já indicado, sofria forte influência dos experimentos realizados na universidade apresentando como objetivos transformar o conteúdo teórico do aluno em conteúdo prático já que, segundo os autores, os alunos aprendiam o conteúdo, mas não sabiam aplicá-lo. Ou seja, a experimentação existia apenas para comprovar teorias indicando que, caso algum aluno tivesse dúvida sobre a teoria, esta com certeza seria sanada após a realização de um experimento que a representasse visualmente.

Tal situação perdura até os dias de hoje, pois a maioria das aulas práticas é baseada em roteiros nos quais o aluno é “amarrado” a uma série de passos, os quais deve seguir rigorosamente com o único intuito de provar uma teoria, sem que este seja elaborado de acordo com a realidade da sala de aula e com o que cada aluno tem como ideia sobre o assunto a ser estudado (GONÇALVES e GALIAZZI, 2004).

O experimento serviria então, para a obtenção de dados que seriam comparados com os resultados teóricos, e a única discussão acerca deste experimento ocorreria apenas caso ele desse “errado”, ou seja, teoria e prática não coincidissem.

Como já dito anteriormente a experimentação no ensino de química chegou ao Brasil através de dois meios distintos: O CHEMS (Chemical Educational Material Study) e o CBA (Chemical Bond Approach Project). Porém ambas as propostas utilizavam metodologias muito criticadas pelos estudiosos em educação atuais: A do empirismo-positivista (GONÇALVES e GALIAZZI 2004).

Esse modelo tinha como principal característica a visão da ciência para a qual todo conhecimento derivava da experimentação e que os sentidos fornecem a base segura para a Ciência (GONÇALVES, 2005). A importância absoluta da observação e

utilização dos sentidos durante esse processo vêm desde a época de Aristóteles no século XVII e foi muito utilizada até o século XIX (LOBO, 2012, p 431).

De acordo com Theóphilo (2000 p 53 *apud* SOUZA 2007 p, 39) o empirismo considera apenas aquilo que pode ser observado, ou seja, limitado pelos próprios sentidos das pessoas, e leva em consideração a imagem de que todos tem a mesma capacidade de percepção e de aprendizagem.

O empirismo parte do pressuposto que o conhecimento científico é obtido através de três etapas distintas: a observação, a experimentação e as medidas. Ao produzir conhecimento, o cientista apresenta os dados, cálculos a partir dos quais ele comprovou suas hipóteses e produziu o conhecimento, de acordo com o método científico (SILVEIRA, 2006, p 27)

O positivismo, segundo Minayo e Sanchez (1993, p 244) estuda o fenômeno de maneira isolada, independentemente de suas causas, apenas estabelecendo ligações de regularidade por meio de sua observação e procurando estabelecer as leis que o regem. O positivismo busca a analogia como lógica de trabalho e isola os sujeitos.

Gonçalves e Galiazzi, 2004, realizaram uma pesquisa em que relataram a dificuldade por parte de alguns alunos em descrever aulas experimentais marcantes do curso de licenciatura em química da UFSC. Em parte há a indicação de uma “naturalidade” com que a aula experimental é encarada pelos alunos de graduação, explicada como advinda do fraco embasamento teórico dos licenciandos.

No entanto, discussões de cunho epistemológico afirmam que não se pode desvincular a teoria da prática nem a observação da teoria tendo em vista que todas as pessoas têm um conhecimento prévio, individual, que leva a diferentes interpretações de um mesmo fenômeno (HANSON, 1975 *apud* GONÇALVES e MARQUES *et al.* 2006). É através da observação e elaboração de hipóteses por parte dos alunos que os professores têm a possibilidade de trabalhar a partir do conhecimento prévio do aluno e colaborar no processo de aprendizagem significativa. Entretanto, os professores têm ainda muitas dificuldades para efetivar propostas que levem em conta estas questões (GUIMARÃES, 2009).

Para Silva *et al.* (2009, p. 4) o problema maior está na formação dos professores que na verdade são “bacharéis que dão aula ou seja, sua formação nos laboratórios não foi em momento algum voltada para o Ensino de Ciências nas escolas. Logo, praticamente não há conteúdo pedagógico ao longo dos cursos de licenciatura vinculado

às disciplinas de laboratório, e nem são vivenciadas a não ser pontualmente nas disciplinas de prática de ensino, alternativas de trabalho experimental com finalidades didáticas. A formação do professor (SILVA *et al.*, 2009), torna-se uma formação pedagógica “ambiental” que é adquirida pela mera observação de outros professores que ele tenha contato ao longo de sua formação.

Por essa razão, boa parte dos professores ainda acredita que a experimentação é o grande motivador dos alunos, e que ao entrar em contato com experimentos que brilham, pegam fogo, fazem algum tipo de som, etc., este terá seu interesse pelo fenômeno despertado. Logo, o experimento é tido como autossuficiente na transmissão/aquisição do conhecimento. Entretanto, às vezes ocorre exatamente o contrário e o aluno tem os sentidos tão estimulados que se desvia do interesse pelo fenômeno, ou seja, o interessante mesmo é o brilho, som, cor e afins (GONÇALVES e MARQUES, 2006). O que vemos aí é o despertar de uma curiosidade ingênua e não uma curiosidade crítica.

Por outro lado, ao motivar o aluno em sala de aula em meio a uma explicação, o professor mostra que seu foco é o aluno (GONÇALVES e MARQUES, 2006). Silva *et al.* (2009) afirmam que o aluno precisa se sentir desafiado pelo experimento proposto, para que se sinta instigado a aprender, ou seja, se o aluno não quiser aprender, de nada adianta o esforço do professor. Despertar esta motivação cabe também ao professor que por meio do conflito cognitivo, utiliza ferramentas, incluindo conhecimentos que muitas vezes não estão diretamente ligados ao assunto estudado no experimento, para que o aluno reflita sobre porque aquele fenômeno ocorre ou sobre a correção do experimento realizado.

O experimento que não dá certo pode ser uma grande possibilidade de aprendizagem para o aluno, pois quando bem conduzido pelo professor, faz com que o aluno reflita por que um dado experimento não deu certo e busque razões tendo como base seu próprio conhecimento e algum outro que venha a adquirir.

A incoerência de dados empíricos em um dado experimento não leva ao abandono de uma teoria, uma vez que diversos fatores influenciam durante a realização de um experimento. É preciso ressaltar também, que a atividade experimental por si só não é suficiente para o bom entendimento de um conceito e pode muitas vezes até dificultar sua compreensão (HODSON, 1994 *apud* GONÇALVES e MARQUES, 2006) tornando-se necessário o desenvolvimento de outras atividades em sala de aula.

Assim, este trabalho tem por objetivo identificar, na literatura, as possíveis abordagens para a utilização da experimentação como estratégia didática para o Ensino de Química/Ciências do ponto de vista da concepção sobre a experimentação em sala de aula. Neste sentido, no próximo capítulo apresenta-se a questão de pesquisa e a proposta metodológica a ser utilizada.

No capítulo três são apresentadas as diferentes abordagens para o uso da experimentação no Ensino de Química/Ciências destacando as principais características de cada uma delas.

No capítulo quatro apresentamos as discussões e considerações finais.

1. Metodologia e questão de pesquisa

Apesar de largamente discutida na literatura da área de Ensino de Ciências, o uso do laboratório didático e da experimentação ainda nos parece insuficiente e até mesmo incipiente nas escolas de Educação Básica. O motivo alegado pelos professores permanece ligado a questões de dificuldades com materiais e tempo disponível para a preparação e aplicação das atividades experimentais.

O interesse neste trabalho volta-se então para o levantamento e discussão das diferentes possibilidades de uso das atividades experimentais, buscando descrevê-las e apresentá-las de forma organizada e crítica, para auxiliar o professor na escolha consciente da atividade a ser utilizada. Neste sentido apresenta-se a seguinte questão de pesquisa:

Como se podem caracterizar as propostas de experimentação didática do ponto de vista da concepção de experimentação presentes?

Adota-se para esta pesquisa uma perspectiva qualitativa. Godoy (1995) sugere que a pesquisa qualitativa pode se ligar a uma diversidade de possibilidades de investigação, estilos de análise e apresentação de resultados.

A pesquisa qualitativa, segundo Alves (1991), tem sua forma mais comum representada pela hermenêutica, que parte do ponto que cada pessoa tem um comportamento diferente relacionado à suas crenças e valores, que não pode ser descoberto de imediato. Ou seja, a pesquisa qualitativa firma-se na coleta de dados ao longo do tempo e só após sua análise é que o pesquisador chega a alguma conclusão.

O estudo do sociólogo Frederick Le Play (1806- 1882) pode ser considerado como um dos precursores do tipo qualitativo. Em uma série de viagens a Europa Le Play desenvolveu uma série de monografias nas quais descrevia padrões de família de uma classe de trabalhadores da época. Após reunir várias delas, ele as comparou e tirou algumas conclusões. Tal tipo de pesquisa era inovador para a época (GODOY, 1995).

Baseado nisso são indicadas três características que são essenciais ao estudo qualitativo: A visão holística, abordagem indutiva e visão naturalista.

Segundo a visão holística, para que se entenda um determinado fenômeno é necessário entender todas as partes que envolvem o contexto e não analisa-lo de maneira isolada. Na visão indutiva, parte-se do ponto em que o observador tenha mais liberdade na observação e que os pontos de interesse surjam naturalmente ao longo da coleta de dados. Por fim, a investigação naturalística é aquela na qual o observador interfere o mínimo possível no meio que está sendo observado (PATTON, 1990).

Após analisar diversos autores, Alves (1991), concluiu que há alguns pontos que são consenso entre todos: os discursos predominantes são os de cunho epistemológico, de construção do conhecimento analisando o fenômeno como um todo, incluindo não só o fenômeno estudado, mas também o observador e todos que interferem de alguma forma em uma visão contrária ao positivismo.

Se, no positivismo, era possível analisar um fenômeno de maneira objetiva fragmentando-o em diversas etapas e relacionando cada uma através de relatórios, estatística etc., para a proposta qualitativa, o investigador e o fenômeno observado estão ligados e não podem ser separados.

Godoy (1995), ressalta que na pesquisa qualitativa são utilizadas anotações, gravações, fotos, vídeos e vários tipos de documentos. As pessoas, documentos e fenômenos envolvidos no processo são observados holisticamente, isto é, como um todo, e não como variáveis como acontece no empirismo-indutivismo.

De acordo com Alves (1991, p 51-63) a estruturação mínima de uma pesquisa qualitativa pode ser separada em alguns passos a saber:

- a) O foco e o Design não podem ser definidos de maneira antecipada, pois a realidade é múltipla e envolve uma série de variáveis que simplesmente não podem ser resumidas em dimensões e categorias de maneira precoce. O modelo da pesquisa ou experimento deve surgir por indução após vários modelos de realidade terem sido construídos pelo pesquisador.
- b) Como não existe um fenômeno isolado e sim interdependente de outros, nenhuma teoria consegue por si só explicá-lo de maneira satisfatória.
- c) Focalizar-se no problema logo de início e a adoção de uma teoria antes mesmo de iniciar a pesquisa acabam por turvar a visão do pesquisador, pois ele acaba desconsiderando tudo aquilo que não se encaixa nela.

Os procedimentos metodológicos incluem a definição das etapas, seleção dos participantes, dos meios de coleta de dados, bem como, dos recursos para validá-los em ordem de se obter maior confiabilidade.

De acordo com Alves (1991) as principais fontes de obtenção de dados na pesquisa qualitativa são a observação, a entrevista em profundidade e a análise de documentos. Porém, frequentemente, estas técnicas são acompanhadas por outras como pesquisa bibliográfica e estudos etnográficos.

Entre as propostas qualitativas, a pesquisa bibliográfica com base na análise de documentos escritos parece ser a mais adequada para este trabalho. A pesquisa bibliográfica caracteriza-se por apresentar uma enorme gama de informações, uma vez que o pesquisador normalmente recorre a um grande número de fontes e ainda permite o cruzamento de dados de diferentes livros e artigos, para que esses possam, então, aprimorar o conhecimento sobre o objeto de estudo (LIMA e MIOTO, 2007 p 37-45).

De acordo com Salvador (1986), ao se escolher a pesquisa bibliográfica como procedimento metodológico para um estudo, o pesquisador deve seguir quatro passos a fim de se manter uma sequência eficaz em busca do objetivo.

- a) Elaboração do projeto de pesquisa: aqui ocorrem a escolha do assunto, a elaboração de questões a serem estudadas e a elaboração de um plano para responder a essas questões;
- b) Investigação das soluções: é nessa etapa que o autor deve, sucessivamente, escolher a bibliografia que fará parte dos estudos e analisar as informações nelas contidas. Este ponto, segundo o autor, é fundamental para a pesquisa;
- c) Análise explicativa das soluções: aqui é realizada uma análise pelo próprio pesquisador de todas as informações agrupadas até então. Já não há mais ligação com documentos utilizados na pesquisa, mas depende apenas da capacidade crítica do pesquisador para análise;
- d) Síntese integradora: é a fase final, quando deve ser feita uma reflexão sobre tudo que foi escrito e buscar soluções.

A seleção de documentos deve estar relacionada com o objeto de estudo e, para isso, é necessário definir alguns parâmetros como temático (relacionados ao objeto de estudo), linguístico, cronológico (definindo as obras que compõem o estudo e o período

que será estudado). Além disso, é necessário citar as principais fontes a serem utilizadas, como teses, periódicos, livros etc.

O presente trabalho tem como tema a utilização de experimentos no Ensino Médio como fonte de aprendizagem. O problema proposto é buscar, classificar e avaliar as formas de realizar um experimento em um laboratório didático ou mesmo em uma sala de aula.

Para tal, foi escolhida como tipo de pesquisa, a qualitativa por se adequar melhor ao problema proposto. Um experimento em laboratório não é um evento isolado e está interligado aos alunos, professores, recursos materiais. Cada aluno observa e aprende de uma forma em tempos diferentes. Igualmente, cada professor tem um domínio do conteúdo e formas distintas de explicá-lo. A pesquisa bibliográfica através do levantamento de informações contidas em documentos, livros, teses, artigos e atualmente através da internet, torna possível o acesso a um grande número de informações sobre o assunto e através da combinação dos dados coletados nas mais diversas publicações e da reflexão pessoal, o pesquisador pode oferecer soluções para o problema proposto.

De posse de várias fontes de informação sobre o assunto o pesquisador pode transformar os dados obtidos em informações úteis para a resolução do problema em questão. Muitas vezes um dado que parece desconexo em um artigo pode, por exemplo, se ligar a outro dado de outro artigo e constituir um conhecimento importante.

Para este estudo foram escolhidas quatro categorias ou formas de se realizar um experimento no laboratório didático, dispostas em escala evolutiva de potencial de aprendizagem. Elas foram escolhidas por apresentarem certa ligação, mas diferirem quanto algumas atitudes por parte do professor e alunos que fazem com que a aprendizagem significativa ocorra em maior escala em uma do que na outra.

No próximo capítulo, será apresentada e discutida cada categoria, explicando-se as vantagens e desvantagens de cada uma, com base em diversos artigos e teses dos mais variados autores.

2. Diferentes perspectivas no uso da experimentação:

Para esse trabalho, foram escolhidas quatro propostas para a realização de aulas experimentais dispostas em ordem evolutiva de aprendizagem de acordo com resultados apresentados nos mais variados estudos.

A primeira proposta é a de “**Experimentos para comprovar a teoria**” muito utilizada nas escolas e deriva das aulas de laboratório realizadas nas universidades onde predomina a metodologia científica de pesquisa, defendida por alguns professores como o método mais “rápido e barato” de construção do conhecimento. O laboratório é utilizado para a comprovação ou corroboração de hipóteses levantadas através da fragmentação e observação do fenômeno estudado. Predomina o empirismo-positivismo onde só é verdadeiro aquilo que é observável e a teoria é tida como verdade absoluta e imutável (FERNANDES, 1997, p. 17-18). O aluno não escolhe qual experimento gostaria de realizar e não participa de sua elaboração. Ou seja, atua apenas como um espectador.

A seguir vêm os “**Experimentos baseados em previsões**”, nas quais o professor orienta a aula de tal forma a fazer com que os alunos busquem elaborar hipóteses e fazer previsões sobre o que está ocorrendo ao longo do processo. Pela primeira vez, é levado em consideração o conhecimento prévio do aluno, fator imprescindível na construção do conhecimento cognitivo já que cada pessoa tem uma forma de observar e entender um fenômeno. Fazendo isso o professor estará fazendo uma “ponte” entre o que o aluno sabe e o que será aprendido criando assim um ambiente favorável ao surgimento da aprendizagem significativa (WINDSCHITL et al, 2004).

Logo depois vêm os “**Experimentos nos quais ocorrem discussões de grupo aliadas as previsões**”, nos quais a ciência é reconhecida como um trabalho social e o conhecimento é construído em grupo e não sozinho. Ao realizar um experimento o professor pode, por exemplo, reunir os alunos e discutir os resultados encontrados buscando o porquê eles aconteceram daquela forma. Sob esta perspectiva, o professor fará com que o caminho ao encontro do pensamento científico seja encurtado já que os estudantes debatem as respostas e tiram suas próprias conclusões sobre quais são mais ou menos coerentes que as outras (GONÇALVES e MARQUES, 2006).

Por último e mais importante temos os **“Experimentos baseados na contextualização, CTSA e questões sócio-científicas”** em que, além de todos os progressos dos modelos anteriores, o aluno realiza experimentos voltados para o contexto de seu dia-a-dia resolvendo problemas comuns do cotidiano de todos (SANTOS e MORTIMER 1999). A maior vantagem deste método é fazer com que os alunos se sintam desafiados a resolver o problema em questão, uma vez que se trata de algo que faz parte de sua realidade. Alguns autores defendem que este é um pré-requisito para a aprendizagem verdadeira (GONÇALVES e MARQUES 2006). Além disso, há a possibilidade de formação de um cidadão crítico capaz de argumentar cientificamente algum fenômeno que fez ou faz parte de sua realidade.

2.1 Experimentos para comprovar uma teoria

A utilização da experimentação para comprovar a teoria é uma das mais comuns nas propostas de ensino vigentes nas escolas. Alves Filho (2000) apresenta um exemplo de laboratório convencional ou tradicional onde o aluno será responsável por realizar o experimento, porém de maneira previamente controlada pelo professor, seja diretamente ou através de um roteiro. Nesse caso, a criatividade do aluno é “engessada”, pois seus passos são rigorosamente controlados e seu entendimento sobre o fenômeno não parece importante.

A utilização da experimentação para comprovar uma teoria não deve ser o único objetivo da atividade experimental. Realizar um experimento apenas para comprovar uma teoria leva a uma visão de “verdade absoluta” (GONÇALVES e MARQUES, 2006) que não deveria ser apresentada como representação das características da ciência, uma vez que qualquer teoria só é verdadeira até que outra, com poder explicativo mais abrangente, a substitua.

Além do mais, os resultados dos experimentos serão vistos como previsíveis já que eles obedecerão sempre à teoria.

Segundo Wells (1998 *apud* GALLIAZI e GONÇALVES, 2004), a previsão de resultados num experimento é muito importante no processo de aprendizagem, pois há uma busca pela teorização ao relacionar o que o sujeito entendeu sobre o fenômeno com algum conhecimento que ele tinha previamente. A ideia aqui é unir o conhecimento prévio do aluno ao novo, fazendo com que ocorra uma aprendizagem significativa.

De acordo com David Ausubel (*apud* MOREIRA, 1983), a aprendizagem significativa é aquela que de fato se relaciona com conhecimentos subsunçores presentes na estrutura cognitiva do aluno, ou seja, com algum conhecimento prévio que está estritamente ligado ao tema estudado.

O novo conhecimento a ser adquirido interagirá com o conhecimento subsunçor. Ocorrerá, então, uma ligação desse conhecimento ao novo conhecimento e pela modificação daquele surgirá um conhecimento novo resultante da assimilação, (GUIMARÃES, 2009).

Outra proposta de experimento, na qual o professor é o responsável por toda a organização, cabendo aos alunos apenas a observação e coleta de dados, também pode ser classificada como experimento para comprovação da teoria:

O professor deve levar para a aula a água na garrafa 1 já com fenolftaleína e amônia gasosa na garrafa 2. Iniciar com uma introdução de como o cientista elabora e controla os seus experimentos, como observa e anota os dados experimentais. A seguir realizar a demonstração, alertando os alunos para anotarem tudo que julgarem interessante. Após a demonstração os alunos podem ser agrupados para discutir os dados formulando hipóteses e sugerindo procedimentos que possam ser testados por eles mesmos (SIMONI e TUBINO, 2002, p.46-47 *apud* GONÇALVES e MARQUES 2006, p 227).

Segundo Alves Filho (2000), esse tipo de experimento é conhecido como experimento de cátedra, em que todos os passos são realizados pelo professor e que apresentam como principais características demonstrar uma teoria, facilitar o entendimento desta ou mesmo incitar a reflexão dos alunos sobre o fenômeno ocorrido.

Nesse caso, a intenção foi mostrar qual é o trabalho de um cientista durante a realização do experimento, o que pode levar os alunos a uma interpretação errônea que leva a crer que ele jamais sai do laboratório. Por outro lado, também apresenta uma característica positiva muito importante, que é o lado social da Ciência ao realizar reuniões de grupo para discussão de resultados mostrando que Ciência é uma atividade humana e social (GONÇALVES e MARQUES, 2006).

Todavia, experimentos que são realizados de maneira isolada, cabendo ao aluno apenas responder um questionário ao final da aula sobre o mesmo não levam em consideração o conhecimento prévio do aluno, e conseqüentemente, não o levarão à uma aprendizagem significativa.

Boa parte das aulas de laboratório nos cursos de graduação são elaboradas desta forma, com questionários ao final de cada prática. Nesse caso, o aluno passa a ser um mero espectador e não ocorre aprendizagem.

Guimarães (2009), também destaca que a experimentação não deve ser desvinculada da teoria, ou seja, o professor não deve elaborar um experimento aleatório sem que o aluno tenha o mínimo de conhecimento sobre o que será observado. Deve-se fornecer ao aluno, subsídios, mesmo que através de temas que não estejam diretamente relacionados ao fenômeno estudado.

Assim como Gonçalves et al. (2006), Guimarães (2009), também afirma que o experimento meramente expositivo, que é feito só para comprovar uma teoria, não representa uma fonte de aprendizagem.

Lobo (2011) apresenta resultados de uma pesquisa qualitativa sobre a experimentação no Ensino de Química utilizando como metodologia a coleta de dados e entrevistas com os alunos. Após realizar a coleta de dados ele os transcreveu e agrupou em categorias, de forma a classificá-los. Em meio aos comentários, foi possível encontrar alguns que relacionam a prática como uma mera comprovação da teoria como estes:

“Em relação à aula prática acho que primeiro temos que ver a teoria. A aula prática solidifica o que está sendo dado na teoria”

“O laboratório tem a função de mostrar o que a gente tinha visto na teoria. Mostrar que aquilo ali tem aplicação. Trazer para a realidade aquilo que a gente viu” (LOBO, 2011, p.431).

Para o autor (LOBO, 2011), muitas vezes, a perspectiva empirista-indutivista está implícita não só no discurso do professor, mas também no próprio Ensino de Ciências e no material didático. No empirismo clássico o sucesso da teoria parte de uma observação experimental cuidadosa. O autor não descarta a observação como algo importante na construção do conhecimento científico, apenas é contra sua utilização de forma desconexa de um referencial teórico que oriente o aluno, bem como sem problematização e interrogação, o que eliminaria a possibilidade da previsão por parte dos alunos que é essencial no trabalho científico.

De acordo com Bachelard, em sua obra “A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento” (1996 *apud* LOBO, 2011) a ciência se opõe ao imediato, à opinião. Não se pode construir conhecimento apenas através da observação, coletando dados sem se levar em consideração concepções dos estudantes.

Ao analisar a opinião de professores, Lobo (2011), pode constatar a ideia de experimento meramente expositivo que boa parte deles têm ao associá-lo diretamente com a comprovação da teoria:

“Comprovar experimentalmente fatos teóricos tidos como lei”.

“Permitir ao aluno aplicar a teoria à prática”.

“Reforçar o aprendizado obtido nas aulas teóricas” (LOBO, 2011, p. 432).

O autor atribuía a origem do pensamento empírico-indutivista dos alunos à ação do próprio professor. Nesta proposta, o conhecimento científico é verdadeiro e imutável,

portanto, deve concordar com a teoria e caso isso não ocorra, significa que ele está errado.

Bachelard (1996, p. 18), afirma, “se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído”. Portanto, para que o aluno pergunte, é necessário que consideremos seu conhecimento prévio e fazendo isso estamos quebrando o paradigma mítico de Ciência como verdade imutável.

Finalmente, pode-se concluir que o experimento realizado somente para comprovar uma teoria não é o mais adequado para atingir a aprendizagem significativa. Além de desconsiderar o conhecimento prévio do aluno, ele acaba por engessar sua criatividade, pois uma vez de posse da teoria os resultados serão previsíveis.

Uma alternativa interessante para amenizar esse problema são as previsões. Permitir que o aluno relate o que ele entendeu sobre o experimento faz com que o professor tenha acesso ao seu conhecimento prévio, e possa planejar a melhor forma de fazer com que ele entenda o fenômeno.

2.2 Experimentos baseados em previsões

De acordo com Suart e Marcondes (2009), as pesquisas têm se direcionado de forma a buscar uma participação mais ativa dos alunos no processo de aprendizagem, fato que pode ser alcançado por meio da problematização.

Em um experimento proposto na revista *Química Nova na Escola* fica evidenciado o caráter de construção de previsões pelos alunos como fator preponderante no processo de ensino através da experimentação:

Inicialmente, o professor pode dar informações sobre solubilidade de gases em líquidos, pode falar do conceito de ácido-base, do equilíbrio químico e da ação dos indicadores crômicos. Antes da execução do experimento, o professor deve fazer questões para que os alunos façam previsões (SIMONI; TUBINO, 2002, p.47 *apud*. GONÇALVES e MARQUES, 2006, p. 227).

Ao conceituar solubilidade dos gases, ácido-base e equilíbrio químico, o professor estará dando ferramentas para que os alunos consigam chegar a conclusões pertinentes ao realizar um experimento de titulação, por exemplo. Ele poderá fazer perguntas do tipo: o que acontece com o pH da água, se eu borbulhar CO_2 nela? De que cor ficará a solução se eu adicionar um pouco de NaOH à um becker com água e algumas gotas de fenolftaleína? Com isso, ele terá uma boa noção sobre o conhecimento prévio de cada aluno sobre o assunto abordado (GALIAZZI e GONÇALVES, 2004) e fomentará o surgimento de hipóteses que, por sua vez, são a base da construção de conceitos.

De acordo com Windschitl et al. (2004), a investigação em sala de aula está associada a um grande número de atividades intelectuais tais como: teste de hipóteses (quando o aluno elucida seus próprios conhecimentos na busca pelo entendimento do próprio fenômeno), na resolução de problemas, pesquisa em livros, criação de modelos e experimentos pensados. Porém dentre todas essas atividades o teste de hipótese é a que mais o aproxima do trabalho do cientista.

Para que o professor consiga ter acesso ao conhecimento prévio do aluno é necessário fazer com que o aluno faça previsões sobre os possíveis resultados do experimento. Por meio dessas elucidações o professor deve então discutir com o aluno o porquê de sua resposta estar ou não em consonância com o fenômeno estudado. Perguntas em sala de aula ou mesmo em uma prova (que não exija uma resposta

decorada) ajudam, pois ele estará fazendo a ponte cognitiva do que ele sabe com a nova informação.

Na pesquisa (WINDSCHITL et al., 2004), um dos professores relatou a importância da indagação aos alunos sobre o que eles entenderam sobre o fenômeno visualizado. Com isso, há uma constante explicitação de conhecimento dos mesmos e o início de um processo dialógico de construção do conhecimento. Ao elaborarem as hipóteses, os alunos podem se aproximar ao máximo da teoria sem ao menos conhecê-la.

Além de serem afirmadoras do aspecto social, (GONÇALVES et al, 2006) as discussões realizadas em grupo, contribuem para a melhoria do processo de aprendizagem quando o aluno se vê obrigado a escutar outras pessoas e a aceitar que sua opinião talvez não seja a melhor. Além disso, um pode ajudar ao outro sobre algum ponto que não tenha ficado bem esclarecido, ou na resolução de um exercício. A troca de informações contribui para a construção do conhecimento de cada um.

É comum acontecer isso, quando se estuda para uma prova em um grupo. Às vezes, uma pessoa consegue resolver um exercício que sozinhos não conseguimos resolver. Por meio da explicação do amigo, não só aprendemos, como até fixamos melhor do que quando vemos pela primeira vez na sala.

Para Gil-Perez et al. (2002), a problematização pode ser eficaz na aprendizagem dos alunos durante a experimentação e para que alcance o sucesso desejado, é necessário que o problema proposto ao aluno não tenha uma resposta imediata, mas o incite a refletir de forma a elaborar uma sequência de procedimentos que torne possível resolvê-lo, ou seja, através da investigação.

Para os autores esse método, conhecido como método investigativo aprimora certas características consideradas essenciais na produção do conhecimento científico como habilidades de observação, formulação, teste, discussão, entre outros.

De acordo com Hodson (1994, p. 299-313 *apud* SUART e MARCONDES, 2009) os experimentos quando realizados dessa forma desenvolvem a parte conceitual, pois os alunos precisam elaborar e supervisionar suas ideias comparando-as com o conhecimento científico. O aluno consegue atingir níveis melhores em argumentação na Ciência quando é exposto a um experimento investigativo, onde há um ambiente que favoreça a reflexão.

Segundo Jimenez et al. (2006 p. 59-70, *apud* SUART e MARCONDES, 2009), quanto maior o nível de abertura que o professor dá ao aluno em uma atividade

experimental maior será o esforço mental realizado pelo aluno e ele poderá desenvolver habilidades cognitivas melhores.

Hofstein et al. (2005, p 791-806, *apud* SUART e MARCONDES, 2009), verificaram que quando se proporciona tempo e condições para que os alunos realizem a atividade investigativa eles podem propor melhores questões, hipóteses e questionar o experimento de maneira mais eficiente do que alunos que participam de experimentos expositivos. Os autores defendem a atividade investigativa como central para a produção de habilidades cognitivas, desde que, o aluno participe do planejamento do experimento, do levantamento de hipóteses até a interpretação dos resultados.

Suart e Marcondes (2009), realizaram uma pesquisa com dois grupos de alunos durante a qual um grupo participou de uma aula expositiva e outro de uma aula investigativa. Ao final da pesquisa os argumentos coletados foram contabilizados e classificados em duas categorias: de alto nível cognitivo e de baixo nível cognitivo. Na sala onde foi realizada a aula expositiva obteve-se um total de 18 argumentos de alto nível cognitivo, ao passo que na sala onde foi realizada a aula investigativa os pesquisadores identificaram um total de 123 argumentos de alto nível cognitivo.

Entretanto, em relação aos argumentos que envolvem habilidades cognitivas de baixo nível não houve diferença significativa entre as respostas, ficando a diferença restrita às de alto nível.

Os alunos podem escolher formas diferentes de resolver um problema. Alguns só conseguem fazer com a utilização de fórmulas já outros preferem usar o raciocínio lógico. De acordo com Suart e Marcondes (2009) as habilidades cognitivas podem ser definidas em duas classes diferentes: as habilidades cognitivas de baixa ordem (LOCS: Lower Order Cognitive Skills) e as de alta ordem (HOCS: Higher Order Cognitive Skills). As de baixa ordem consistem em utilizar um conhecimento ou algoritmo memorizado na resolução de problemas já conhecidos ou parecidos. As de alta ordem são aquelas voltadas para a investigação, resolução de problemas e reflexão, ou seja, avaliar o problema com uma visão crítica.

Suart e Marcondes (2009) indicam que para que a atividade experimental possa ser descrita como investigativa, o aluno não deve apenas participar na observação e manipulação, ele deve refletir, buscar explicações e discutir em grupo os resultados observados em busca da construção do conhecimento cognitivo.

Portanto, ao permitir que os alunos tentem realizar previsões e elaborar hipóteses o professor poderá realizar uma ponte entre o conhecimento prévio do aluno e o que ele

irá aprender e elaborar a melhor estratégia para o entendimento do fenômeno. Além disso, o professor pode dosar o grau de liberdade dado ao aluno de acordo com a necessidade e sua vontade criando assim, um ambiente favorável ao surgimento de habilidades cognitivas de alto nível.

Para tornar a aprendizagem significativa ainda mais acessível, o professor pode propor discussões em grupo sobre os resultados afirmando assim, a Ciência como um trabalho social, como veremos a seguir.

2.3 Experimentos nas quais ocorrem discussões de grupo aliadas a previsões

Experimentos que levam em consideração os resultados e discussão também são apresentados na literatura como forma de favorecer a construção de conhecimentos. Gonçalves e Marques, 2006, apresentam em seu texto uma proposta em que os autores afirmam que: “Este estudo poderá ser também objeto de pesquisa a ser realizada pelos alunos, sendo seus resultados apresentados e discutidos em sala de aula e/ou exposições de Ciências”

Ou seja, após a atividade experimental o autor defende que deveria haver uma discussão entre alunos e professores para chegar aos resultados e por meio desta novamente levantar os problemas ocorridos e procurar entender os motivos por que um grupo obteve resultados diferentes ou até mesmo mais adequados que outros, por exemplo. O diálogo entre professores e alunos é que dará significado a palavra, isto é, levará a construção do conhecimento.

Guimarães (2009), em um texto que tem como principal objetivo a descrição da aplicação de uma proposta investigativa na experimentação em química, critica as aulas expositivas que têm como único objetivo transferir dados e informações aos alunos de maneira unidirecional, ou seja, do professor para o aluno sem se preocupar com o conhecimento prévio do mesmo. Para o autor, o aluno terá acesso a um conteúdo que responde questões de uma geração anterior que não a dele, já que em nenhum momento ele é o foco do processo.

Pensando na experimentação por investigação, Guimarães (2009), elaborou uma atividade na qual os alunos deveriam descrever as substâncias presentes em balões volumétricos a partir de parâmetros orientados pelo professor. Foi realizada uma visita ao laboratório, onde se apresentou aos alunos o material que seria utilizado bem como medidas de segurança e perigo dos reagentes participantes. Nos dias que se sucederam, o professor utilizou uma estratégia de aulas temáticas no intuito de oferecer ferramentas e subsídios teóricos para que os alunos seguissem com sua pesquisa. Em um dado momento, eles estudaram ponto de ebulição. Com essa ferramenta eles já podiam diferenciar substâncias puras de misturas.

Após o término de cada dia de experimento o professor pedia para que os alunos escrevessem um relato do que viram e acreditaram ter aprendido. As atividades realizadas valorizavam o trabalho em grupo e a elaboração de previsões. Por último, segundo o autor (GUIMARÃES, 2009) é muito conveniente realizar uma aula

expositiva sobre o tema, ligando o conhecimento adquirido aos símbolos e fórmulas da química fazendo assim, uma ponte cognitiva que resultará em um aprendizado significativo.

Carvalho et al., 2004, citam os Laboratórios Abertos como uma excelente atividade investigativa a ser realizada em grupo, que consistem basicamente em buscar a solução de algum problema por meio da realização de um experimento em laboratório. Esta atividade pode ser descrita em seis etapas:

Proposta do problema: O problema proposto deve ser genérico de forma a tornar a discussão mais abrangente e deve estimular o aluno a, pelo menos, tentar resolvê-lo cientificamente. Ex: O que acontece com a temperatura da água enquanto a aquecemos? O que influencia no aumento da temperatura?

Levantamento de hipóteses: Aqui os alunos deverão propor hipóteses por meio de uma discussão em sala de aula. Ex.: A temperatura da água aumenta. A temperatura da água aumenta e depois pára de aumentar, etc.

Elaboração do plano de trabalho: Nessa etapa, o professor deverá reunir todos os alunos e elaborar o procedimento experimental, onde serão decididos os materiais utilizados, a montagem do experimento e como os dados serão coletados. Conversando com os alunos, estes vão perceber que será impossível testar todas as hipóteses realizando o experimento apenas uma vez, sendo necessário, assim, cada grupo realizar o mesmo experimento, porém mudando algumas variáveis controladas. Após essa decisão, cada grupo deverá descrever o procedimento em um relatório e entregar ao professor.

Montagem do arranjo experimental e coleta de dados: Durante a coleta de dados os alunos devem seguir o plano de trabalho elaborado anteriormente por eles mesmos e o professor deve discutir com os alunos a importância do cuidado na obtenção de dados sob pena de chegar a conclusões erradas.

Análise de dados: Uma vez de posse dos dados, os alunos devem convertê-los em informação por meio da construção de gráficos, obtenção de equações e teste de hipóteses.

Carvalho et al., 2004, indicam que essa é a parte de maior dificuldade enfrentada pelos alunos, devido a utilização de álgebra e gráficos para expressar uma realidade. Porém, ela é de suma importância, pois permite a generalização do problema. Portanto, ela fornece uma visão sistêmica sobre a pesquisa podendo levar os estudantes a

descobrirem o que ocorreu com maior ou menor frequência, além de viabilizar uma opinião geral sobre a pesquisa, uma conclusão.

Uma alternativa para o ensino investigativo aliado as discussões em grupos são as questões abertas, que consistem basicamente em partir de fatos do dia-a-dia, e pedir aos alunos que tentem explicá-los de acordo com os conceitos aprendidos em aulas anteriores. De acordo com Carvalho et al.,2004, tais questões são importantes para que o aluno desenvolva sua argumentação e redação, além de aplicar conceitos no entendimento de fenômenos naturais. Ex.: em que situação nós obtemos a lata de refrigerante mais gelada, na água a 0° C ou no gelo a 0° C?

O professor pode então organizar os alunos em círculos e à medida que obtém as respostas vai passando para o quadro negro de forma a orientar os alunos em busca da resposta mais adequada. Aqui os autores destacam que é necessário que os alunos tenham seus pensamentos por escrito para que possam organizá-los.

Carvalho et al. (2004 ,p 30), descrevem ainda como uma atividade investigativa a ser realizada em grupo os problemas abertos que se assemelham as questões abertas devem buscar além de conceitos, utilizar a matemática equacionando as soluções encontradas.

De acordo com Gil et al., 1999, nós não ensinamos aos alunos como resolver problemas, mas sim exercícios, que fazem parte de uma realidade conhecida muitas vezes com uma resposta imediata e previsível. A situação problemática deve fazer com que o aluno sinta-se interessado em buscar sua solução e, como não está de posse de números exatos, será obrigado a desenvolver seu pensamento e criatividade por meio das hipóteses elaboradas.

Segundo Einstein (apud CARVALHO et al., 2004, p. 31): “Nenhum cientista pensa com fórmulas. Antes que o cientista comece a calcular, deve ter em seu cérebro o desenvolvimento de seus raciocínios Estes últimos, na maioria dos casos, podem ser expostos com palavras simples. Os cálculos e as fórmulas constituem o passo seguinte.”

Logo, vimos três poderosas ferramentas para a realização de atividades experimentais em grupo: os laboratórios abertos, as questões abertas e os problemas abertos. Aliados as previsões e dosados através do grau de liberdade dado pelo professor, o aluno terá uma probabilidade muito maior de transformar a aula em ganho de conhecimento real.

Porém, isso não é suficiente para a formação de um cidadão crítico capaz de argumentar cientificamente sobre problemas de seu cotidiano. Para isso existe a contextualização que estudaremos no próximo item.

2.4 Experimentos baseados na contextualização, CTSA e questões sócio-científicas

A análise de algumas propostas de experimentos por GONÇALVES e MARQUES, 2006, revelou que há um avanço na problematização do experimento quando da preocupação dos professores em ligá-los a fatos do dia-a-dia dos alunos como no exemplo que segue:

A [...] idéia central desse artigo é propor uma aula experimental baseada em leite enriquecido que permita o professor abordar, em um primeiro momento, a relação deste alimento, presente no cotidiano dos alunos com o combate à desnutrição e à deficiência de íons ferro. Em seguida, utilizar as reações derivadas da verificação qualitativa dos íons ferro e cálcio no leite como um meio para introduzir conceitos químicos como, por exemplo, reações químicas, solubilidade, acidez, basicidade e equilíbrio químico (GONÇALVES; ANTUNES; ANTUNES, 2001, p.43 *apud* GONÇALVES e MARQUES, 2006).

Ao propor a contextualização, o professor pode iniciar uma discussão em sala de aula para introduzir conceitos químicos em meio a uma situação corriqueira na vida dos estudantes: o consumo de leite rico em ferro no combate à deficiência deste íon no organismo. Como se trata de um tema cotidiano pode ser considerado como “conhecimento compartilhado”, ou seja, de todos que participam da discussão.

Nesse caso, especificamente, o conhecimento adquirido é importante para se descobrir a presença de ferro no leite que, por sua vez, como apresentado pelo professor é importante no crescimento das crianças. Com isso há um cunho social muito importante para a formação do cidadão crítico. Ao trazer os fatos do dia-a-dia para a experimentação evidencia-se para o aluno que aquela atividade ou conceito tem uma finalidade na vida deles e não termina em si só.

Ademais, é importante frisar, que este exemplo é ilustrativo e cumpre com sua função de demonstrar o que se pretende aqui, que é a forma correta de se contextualizar. Porém a deficiência de ferro por falta de leite seria uma discussão muito mais ampla já que teríamos que levar em consideração os interesses econômicos das empresas, já que o ferro pode ser obtido de outros alimentos.

Logo, o contexto pode ser o ponto de partida antes de escolher o experimento ou o conceito a ser estudado. Chassot et al.,1993, defendem que a experimentação no Ensino de Química deve ser tratada como “um conhecimento para a vida” ou seja as

atividades devem ter uma relação com o dia-a-dia do aluno para que ele reflita sobre a importância do que está sendo estudado e como aquele conhecimento pode ajudá-lo a interferir na realidade de sua comunidade.

O PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, BRASIL, 2000), apresentam como principais objetivos a contextualização do conteúdo a ser ensinado, ou seja, trazer o ensino para a realidade do aluno, e a interdisciplinaridade, que busca o conhecimento de uma maneira mais geral atravessando duas ou mais disciplinas. Temas transversais como o aquecimento global podem ser discutidos tanto do ponto de vista biológico relacionando as mudanças no meio ambiente à devastação de florestas e sua influência neste processo, como do ponto de vista químico abordando como o CO₂ liberado na produção de energia pelo uso de combustíveis, “retém” o calor na atmosfera terrestre.

Gouvêa e Machado, 2005, (*apud* SILVA et al, 2009), ressaltam que contextualizar não é usar um exemplo qualquer do dia-a-dia do aluno como referência e sim utilizar problemas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-los e resolvê-los. Liso et al, 2002, defendem a utilização do Ensino de Química como forma de relacionar o conhecimento a ser adquirido com o cotidiano dos alunos de forma a fazer com que eles compreendam melhor o meio em que vivem e também tenham motivação através do melhor compreensão deste meio.

Deve haver uma conexão entre o que o aluno estuda e sua vida cotidiana. Esta conexão será um fator motivador, pois o aluno fatalmente se sentirá entusiasmado em aprender algo relacionado com sua vida, seu dia-a-dia (SILVA *et al.*, 2009). Para os autores, os assuntos a serem abordados durante a aula não deveriam ser escolhidos pelo professor de maneira aleatória, mas sim deveria partir das necessidades e interesses dos próprios alunos.

É importante destacar que há uma diferença entre utilizar a contextualização e ensinar a química do cotidiano. Neste último, toma-se como referência algo que realmente faça parte do dia-a-dia do aluno e aplica-se o conceito de forma a retornar à metodologia empírico-positivista tão criticada pela maioria dos autores (SILVA *et al.*, 2009). Por outro lado, quando contextualizamos nos referimos a problemas que afetam o aluno e a sociedade em que ele vive como um todo levando em conta aspectos sociais, econômicos, ambientais etc. É necessário compreender a contextualização a partir de conhecimentos já apropriados pelos indivíduos e adicionar novos conhecimentos. É

considerar a atual conjuntura do meio em que vivemos em todas suas esferas e gerar conhecimento a partir disso, (SANTOS e MORTIMER, 1999).

Durante avaliações dos experimentos contidos na revista “Química Nova na Escola, Silva et al. (2009), constataram que a maior parte dos experimentos estão relacionados à utilização da contextualização como exemplificação de fatos do cotidiano, pois não inserem o aluno em um contexto social, econômico para torná-lo um cidadão crítico capaz de argumentar em assuntos relacionados a Ciência. Isto contraria a ideia de contextualização adotada por Santos e Mortimer (1999), com a qual concordamos. Como exemplo, tem-se o experimento citado a seguir:

As enzimas proteolíticas são encontradas tanto em animais como em vegetais. Em animais, elas participam de importantes processos biológicos, entre os quais: a digestão protéica, a coagulação sanguínea, a morte celular e a diferenciação de tecidos. Sua atuação no processo digestivo, por exemplo, é essencial para o processo de absorção, pois hidrolisam as proteínas provenientes da alimentação para que seus aminoácidos (monômeros) possam ser absorvidos e reaproveitados pelo organismo (TOLEDO DE LIMA *et al.*, 2008, p.47 apud SILVA et al., 2009)

Segundo os autores, a contextualização é utilizada apenas para explicar algo que faz parte do dia-a-dia sem nenhuma aplicação prática ou informação que possa fazer com que o aluno reflita na utilização do conhecimento pela sociedade de maneira positiva. SILVA et. al (2009), sugerem que para que o experimento fosse inserido na classe “contextualização como desenvolvimento de atitudes e valores para a formação do cidadão crítico,” os autores do experimento poderiam relacionar algumas patologias que causam deficiência na produção desse tipo de enzima como, por exemplo, utilização demasiada de medicamentos que acabam por alterar o pH sanguíneo e conseqüentemente comprometer o funcionamento das enzimas. Ou seja, o aluno teria assim uma informação que poderia interferir no meio em que vive de maneira positiva.

Em outro exemplo os autores apresentam a contextualização utilizada com a finalidade de facilitar a aprendizagem de um conceito:

Em uma visita ao supermercado, percebe-se a oferta de vários produtos para a limpeza doméstica. Essa diversidade decorre da combinação de vários componentes, tais como bases, ácidos, agentes oxidantes, tenso ativos e solventes. No entanto, assim como um produto age sobre a sujeira, este também pode deteriorar a superfície metálica de uma geladeira ou fogão. Apesar de amplamente utilizados no dia-a-dia, metais e ligas

metálicas requerem cuidados específicos, pois sua conservação inadequada favorece a corrosão. (TEIXEIRA DE SOUZA *et al.* 2007, p.44 apud SILVA *et al.* 2009)

Segundo os autores, houve uma ótima aplicação do conceito de oxirredução, utilizando materiais do dia-a-dia e levando os alunos a pensarem qual a composição do detergente para que ele consiga oxidar o fogão. No entanto, para a formação do cidadão crítico faltou levar em conta o aspecto econômico. Outros exemplos de reação de oxirredução, tais como as que acontecem com navios em contato com a água salgada do mar, onde embarcações de milhões de dólares são perdidas ou demandam altos gastos com manutenção, poderiam ser utilizados.

Por fim, Silva *et al.*, 2009, avaliaram um experimento que contempla a “contextualização como base para formação de um cidadão crítico”:

No decorrer do ano de 2003, um fato envolvendo a morte de pelo menos 23 pessoas e a intoxicação de dezenas de outras em vários Estados brasileiros chamou a atenção da mídia e da opinião pública brasileira. Investigações realizadas na época pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária indicaram que o produto Celobar® - um contraste radiológico largamente utilizado em exames de enema opaco, radiografia de esôfago, estômago, intestinos e dos vasos da base do coração - teve a composição adulterada durante sua fabricação. Sais como o sulfato de bário e o carbonato de bário são pouco solúveis em meio aquoso de pH neutro: aproximadamente $2,45 \text{ mg L}^{-1}$ ($1,05 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$) e $17,8 \text{ mg L}^{-1}$ ($9,00 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$), a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente. O Celobar® é uma suspensão aquosa de sulfato de bário de concentração 1 g.mL^{-1} e a dosagem recomendada para adultos é de 30 mL. Considerando as baixas solubilidades citadas, em condições normais essa dosagem não seria suficiente para atingir a dose mínima letal de 2 a 3 mg de bário por quilo de tecido. Por que, então, a contaminação do Celobar® com o carbonato de bário provocou a morte de um número significativo de pessoas? (JEOSADAQUE J. *et al.* 2006, apud SILVA *et al.*, 2009)

Segundo Alves Filho, 2000, esse é um exemplo de laboratório divergente onde o aluno precisava resolver um problema que não tinha uma resposta imediata diretamente relacionada com uma teoria, mas por meio de uma série de conhecimentos transmitidos pelo professor ao longo de um período. Com esta proposição, o professor favorece o desenvolvimento da capacidade de levantar hipóteses sobre o ocorrido e posteriormente pensar em métodos de análise que o levassem a uma conclusão.

O problema, por ser real e acarretar consigo aspectos sociais e econômicos, e por se tratar de uma medicação comercializada para a realização de exames que levaram à morte um grande número de pessoas, além de atrair a atenção dos alunos, os insere em um contexto onde o conhecimento químico adquirido poderá ser utilizado para orientar as pessoas sobre os perigos na fabricação de medicamentos, ou seja, dará subsídios para que o aluno possa argumentar sobre o assunto.

Apesar dos estudos de ambos os autores (SILVA et al, 2009 e ALVES FILHO, 2000) referirem-se aos experimentos da revista “Química Nova na Escola”, o problema da má utilização da contextualização abrange a grande maioria dos livros didáticos e segundo Wartha e Alário (2005 *apud* SILVA et al., 2009), nenhum dos livros analisados por eles, relacionou a química a temas sociais, ambientais e tecnológicos e portanto não prepararam o cidadão para a formulação de argumentos críticos para a atualidade

3. Discussão e considerações finais

Conforme foi estudado, a experimentação no Ensino de Química já é utilizada nas escolas há longa data e tem sua origem ligada, pelo menos no ocidente, a necessidade de surgimento de novos cientistas para concorrerem tecnologicamente com a antiga União Soviética. Seu modelo inicial foi concebido de acordo com os moldes da universidade, fato concebível, partindo do pressuposto que a formação dos professores de química é realizada em seu interior.

Nas universidades, ainda se utilizam majoritariamente propostas tradicionais para o ensino, aliando técnicas reprodutivas ao pensamento empírico-positivista segundo o qual o experimento tem como principal função comprovar ou corroborar hipóteses levantadas sobre a observação de um fenômeno que por sua vez é visto como um fato isolado.

Entretanto, muitas vezes, este método se torna falho e, além de não levar à compreensão dos fenômenos por parte dos alunos, ainda impede o desenvolvimento de suas capacidades cognitivas, uma vez que sua criatividade é “engessada” por um roteiro diretivo ou uma teoria explicada antes da hora. Os resultados serão sempre previsíveis.

Assim, diversos estudiosos realizaram pesquisas de cunho qualitativo e apontam algumas possibilidades de trabalho com a experimentação, que ao serem aplicadas, colaboram tanto para o entendimento do fenômeno, quanto para o desenvolvimento das próprias capacidades dos alunos. As previsões realizadas pelos estudantes no processo, ajudam o professor a ter acesso ao conhecimento prévio do aluno e direcionar melhor o caminho para a construção do conhecimento e para que ele entenda o fenômeno que está sendo estudado.

O trabalho em grupo proporcionado pelas atividades experimentais apresenta a Ciência em seu aspecto social e facilita a aprendizagem em um ambiente colaborativo. Por fim a contextualização, quando corretamente aplicada permite a formação de um cidadão crítico, capaz de argumentar cientificamente sobre os mais variados temas que envolvem a sociedade.

Através desse trabalho apresentaram-se algumas formas de elaborar uma aula experimental e é possível perceber que existem, de fato, meios de fazer com que a grande maioria dos alunos tenham acesso a uma aprendizagem de qualidade quando se utiliza adequadamente uma atividade experimental, compreendendo o fenômeno observado e elaborando argumentos coerentes.

Assim, para qualquer educador, principalmente de alunos da Educação Básica, o principal objetivo a ser utilizado para uma atividade experimental é sempre que o aluno compreenda o conceito a ser aprendido e seja capaz de transferir esta aprendizagem para sua vida, sendo capaz de argumentar e utilizar esse conhecimento sempre que necessário. Para sintetizar as características das propostas apresentadas, são indicados no Quadro 1, as possibilidades no aprendizado adquiridas à medida que cada proposta é implementada.

É possível observar que, à medida que novas propostas são adicionadas ao Experimento Expositivo, o caminho rumo à uma aprendizagem mais eficaz vai se tornando mais objetivo. “Adicionadas”, pois, segundo Guimarães (2009), o professor não deve elaborar um experimento aleatório sem que o aluno tenha o mínimo de conhecimento sobre o que será observado. Deve-se fornecer ao aluno, subsídios, mesmo que através de temas que não estejam diretamente relacionados ao fenômeno estudado.

Ao adicionar o fator da previsibilidade o professor consegue realizar uma ponte entre o conhecimento prévio do aluno e o novo a ser adquirido que, segundo David Ausubel (apud MOREIRA, 1983) e outros pesquisadores é um caminho obrigatório para a aprendizagem significativa.

Porém, a utilização somente desta ferramenta não é capaz de atender todas as necessidades dos alunos e para isso existem outras como as discussões em grupo realizadas, por exemplo, através dos laboratórios abertos, problemas abertos e questões abertas, propostos por Carvalho et al., 2004, onde, auxiliam-se mutuamente, concordando com aquilo que for mais coerente e através da orientação do professor, conseguirem atingir a aprendizagem significativa.

Por fim, para atingir o mais almejado objetivo para o Ensino de Ciências, que seria a formação de um cidadão crítico, capaz de argumentar cientificamente sobre qualquer tema que envolva a sociedade e o meio em que vive, seriam necessárias outras ações. Para isso, deve ser utilizada a contextualização, mas não de maneira banal apenas relacionando o experimento com algo do dia-dia do aluno sem nenhum objetivo senão demonstrar a teoria. O experimento deve estar relacionado a temas com apelos socioeconômicos, de maneira que ele seja conduzido à reflexão sobre os problemas e consiga argumentar cientificamente sobre os motivos de sua existência e quais seriam possíveis soluções.

Por fim, ao observar o Quadro 1, pode-se concluir que conforme aumenta a participação e interação do aluno com o experimento aumenta quase que “linearmente” a sua chance de atingir a aprendizagem significativa. Soma-se a isso, como discutido anteriormente, o grau de liberdade dado pelo professor durante a elaboração das aulas, lembrando que quanto maior for este grau de envolvimento do aluno, maior a probabilidade de ele adquirir habilidades cognitivas de alto nível. É importante lembrar ainda que essa liberdade deve ser dosada e relacionada ao desenvolvimento do aluno e sua habilidade para desenvolver trabalho autônomo.

Quadro 1: Síntese das diferentes possibilidades no uso das atividades experimentais

	E.E	E.B.P	E.D.G	E.D.G + Contextualização	E.D.G + Contextualização e CTSA
Permite acesso ao conteúdo?	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Permite acesso ao conteúdo prévio do aluno?	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM
Permite uma conexão entre o conhecimento subsunçor e o que deve ser adquirido?	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM
Permite discussões entre os alunos para troca e construção de conhecimento?	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
Firma o aspecto social da ciência, construindo o conhecimento em grupo?	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
Contextualiza o experimento baseado em situações do dia-a-dia?	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM
A contextualização é realizada de acordo com temas atuais diretamente relacionado a problemas sociais e econômicos?	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
É capaz de formar um cidadão crítico capaz de argumentar cientificamente sobre problemas que afligem toda sociedade?	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM

*Legenda: E.E= Experimentos Expositivos,
E.B.P = Experimentos Baseados em Previsões,
E.D.G= Experimentos baseados em previsões com Discussões em grupo*
Fonte: Autor

Referências:

- ALVES, A. J. O Planejamento de Pesquisas Qualitativas em Educação, **Caderno de Pesquisa**, São Paulo, n.77, p. 53-61, mai. 1991.
- ALVES FILHO J. P., Regras da Transposição Didática Aplicadas ao Laboratório Didático, **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 175 ago, 2000.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. 3. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996, p 18.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, Dez. 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- CAPELLETO, J. A. **Biologia e educação ambiental: roteiros de trabalho**. 2. ed. São Paulo: Ática, 1992. p. 224
- CARVALHO, M. P. (Coord.). et al., **Ensino de Ciências Unindo a Pesquisa e a Prática**, 1. ed., São Paulo: Thomson, 2004, p 27-29
- CHASSOT, A, I. *et. al.* Química do Cotidiano: pressupostos teóricos para elaboração de material didático alternativo, **Espaços da Escola**, Rio Grande do Sul, n.10, p. 47-53, Ago. 1993.
- FERNANDES, J. C., **Apostila desenvolvida para a disciplina “Metodologia do Ensino e da Pesquisa Científica” dos Programas de Pós-graduação da Unesp Campus de Bauru**. 1. ed. Bauru: Unesp, 1997, p 17-18
- GALIAZZI, M., C. e GONÇALVES F., P. Natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química, **Quim. Nova**, Brasil, v. 27, n. 2, p 326-331, 2004. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/qn/v27n2/19283.pdf>> Acesso em: 25 Nov. 2015.
- GONÇALVES, J. M.; ANTUNES, K. C. L; ANTUNES, A. Determinação qualitativa de íons cálcio e ferro em leite enriquecido. **Química Nova na Escola**, Brasil, n.14, p. 43-45, Nov. 2001. Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc14/v14a10.pdf>> Acesso em: 15 Dez. 2015
- GODOY A. S. Introdução à Pesquisa Qualitativa e suas Possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p 57-63. Mar./Abr. 1995.

GONÇALVES, F. P. **O Texto de Experimentação na Educação em Química: Discursos Pedagógicos e Epistemológicos**, 2005, 141 f. (Dissertação: Mestrado em Educação) – UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC.

GONÇALVES, F. P. e MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de Experimentação no ensino de química, **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 219-238, Ago. 2006.

GUIMARÃES, C.C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa, **Química Nova na Escola**, Brasil, n. 3, v. 31, p. 198-201, Ago. 2009. Disponível em: <
http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc31_3/08-RSA-4107.pdf> Acesso em: 18 Dez. 2015.

GIL-PÉREZ, D.; PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; A hipótese e a experiência científica em educação em ciências: contributos para uma reorientação epistemológica, **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p.253-262, 2002.

GIL, D et al. Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos ,resolucion de problemas de lapis y papel y realizacion de practicas de laboratorio? **Enseñanza de las ciencias**, v. 17, n. 2, p 311-320, 1999.

GONÇALVES, F.P; GALIAZZI, M.C. A natureza das atividades experimentais no ensino de ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de licenciatura. In: MORAIS, Roque. MANCUZO, Ronaldo. **Educação em Biologia: Produção de currículos e formação de professores**. 2. ed. Ijuí: UNIJUÍ, 2004, p. 237-252.

GOUVÊA, L. R.; MACHADO, A. H.; **Trilhando Caminhos para Compreender a Contextualização no ensino de Química**, 2005, 26 f. (Monografia: conclusão de curso) – UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG.

HANSON, N. R. Observação e interpretação. In: NAGEL, Ernest; MORGENBESSER, Sidney (Org.). **Filosofia da Ciência**. ed. 2, São Paulo: Cultrix, 1975, p.127-138.

HODSON, D. Hacia un enfoque más critico del trabajo de laboratorio, **Enseñanza de las Ciencias**, v.12, n.3, p. 299-313, 1994.

HOFSTEIN, A. et al., Developing Student Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratories, **J. Res. Sci. Teach.**, v. 42, n. 7, 791-806, 2005.

JEOSADAQUE J. et al. Equilíbrio Químico de Sais Pouco Solúveis e o Caso Celobar, **Revista Química Nova na Escola**, Brasil, n. 24, p 43-45, Nov. 2006, Disponível em: <
<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/eeq4.pdf>> Acesso em: 19 Jun. 2015.

JIMÉNEZ V, G.; LLOBERA J. R. e LLITJÓS V. A. La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: los niveles de abertura, **Enseñanza de las ciencias**, v. 24, n. 1, p 59-70, 2006.

- KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. 2. ed. São Paulo: Harper & Row, 1986.
- KUHN, T. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 1998.
- LISO, M. R. J.; GUADIX, M. A.; TORRES, E. M.; Química Cotidiana para la Alfabetización Científica: ¿realidad o utopia? **Educación Química**, v. 13, n.4, p.259-266, 2002.
- LIMA, T. C. S. e MIOTO R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica, **Rev. Katálysis** v. 10, n. esp, p 37-45, Abr. 2007.
- LOBO, S. F. O Trabalho Experimental no Ensino de Química, **Química Nova**, Brasil, v. 35, n. 2, p 430-434, 2011, Disponível em <
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422012000200035 >
Acesso em: 27 Out. 2015
- MARSHALL, C e ROSSMAN, G.B. **Designing qualitative research**. Beverly Hills: Sage, 1989
- MINAYO, M.C. e SANCHES, O. Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou Complementaridade?, **Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro**, v. 9, n. 3, p 239-262, 1993.
- MOREIRA, M.L.; DINIZ, R.E.S. O laboratório de Biologia no Ensino Médio: infraestrutura e outros aspectos relevantes. In: Universidade Estadual Paulista – Pró-Reitoria de Graduação. (Org.). **Núcleos de Ensino**. São Paulo: Editora da UNESP, v. 1, p. 295-305, 2003.
- MOREIRA, M.A. **Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física**: a teoria da aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização do ensino de ciências, v. 1, Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1983.
- PATTON, M. **Qualitative evaluation and research methods**. 2. ed. Beverly Hills: Sage, 1990.
- PETITAT, A. **Produção da escola/produção da sociedade: análise sócio-histórica de alguns momentos decisivos da evolução escolar no ocidente**. Porto Alegre: Artmed, 1994.
- SOUZA, I. G. A; Uma Análise das Abordagens Epistemológicas e Metodológicas da Pesquisa Contábil no Programa do Mestrado multi-institucional em ciências contábeis, **Contabilidade Vista & Revista**, v. 18, n. 1, p 27-49, Jan./Mar 2007.

SUART, R. C. e MARCONDES M. E. R.; A Manifestação de Habilidades Cognitivas em Atividades Experimentais Investigativas no Ensino Médio de Química, **Ciência & Cognição**, v. 14, n. 1, p 50-74, mar. 2009.

SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. A dimensão social do ensino de Química: um estudo exploratório da visão de professores. In: II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 1999, Valinhos – SP,

Anais do II ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Valinhos/Porto Alegre: ABRAPEC, 1999, p 1-9

SALVADOR, A. D. **Métodos e técnicas de pesquisa bibliográfica.** Porto Alegre: Sulina, 10. ed., 1986.

SILVEIRA, F. L. e PEDUZZI L.O. Q. Três episódios de descoberta científica: da caricatura empirista a uma outra História, **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 23, n. 1, p. 26-52, 2006.

SIMONI, J. A.; TUBINO, M. Chafariz de Amônia com materiais do dia-a-dia: uma causa inicial...quantos efeitos? **Química Nova na Escola**, Brasil, n.16, p.45-49, 2002, Disponível em < http://qnesc.sbjq.org.br/online/qnesc16/v16_A11.pdf > Acesso em: 08 Set. 2015.

SILVA R. T. et al. 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 e Educação em Ciências.**, v. 11, n. 2, p. sp. Dez. 2009.

SILVA, S. L. A.; FERREIRA, G. A. L.; SILVA, R. R. À procura da vitamina C. **Química Nova na Escola**, n. 2, p.31-32, Nov. 1995, Disponível em: < <http://qnesc.sbjq.org.br/online/qnesc02/exper1.pdf> > Acesso em: 20 Set. 2015.

TEIXEIRA DE SOUZA E. et al. Corrosão de Metais por Produtos de Limpeza, 2007. **Revista Química Nova na Escola**, n. 26, p 44-46, 2007, Disponível em: < <http://qnesc.sbjq.org.br/online/qnesc26/v26a12.pdf> > Acesso em 10 Jul. 2015.

THEÓPHILO, C. R., CORRAR, L. J. (Coordenadores). **Pesquisa Operacional para decisão em contabilidade e administração contábilometria.** 1. ed., São Paulo: Atlas, 2004.

TOLEDO DE LIMA, S. L. et al., Estudo da Atividade Proteolítica de Enzimas Presentes em Frutos, **Revista Química Nova na Escola**, n. 28, p 27-29, 2008. Disponível em: < <http://qnesc.sbjq.org.br/online/qnesc28/11-EEQ-6906.pdf> > Acesso em: 19. Jun. 2015.

WINDSCHITL, M. (Coord.), et al., Field Investigations in School Science Aligning Standards for Inquiry with the Practices of Contemporary Science, 2004.

WARTHA, E. J.; ALARIO, A. F. A Contextualização no Ensino de Química Através do Livro Didático. **Revista Química Nova na Escola**, n.22, p 42-47, 2005, Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a09.pdf> > Acesso em: 22. Ago. 2015.

WELLS G. **Em Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula: aproximações ao estudo do discurso educacional**, ArtMed: Porto Alegre, 1998.

WEISSMANN, H. **Didática das Ciências Naturais: contribuições e reflexões**. 1 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.