



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM QUÍMICA A PARTIR DA
VIVÊNCIA DOS ALUNOS: UMA PROPOSTA PARA A
EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO MÉDIO.

Samuel Nepomuceno Ferreira

Brasília – DF

Junho/2018



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM QUÍMICA A PARTIR DA VIVÊNCIA DOS ALUNOS: UMA PROPOSTA PARA A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO MÉDIO.

Samuel Nepomuceno Ferreira

Dissertação elaborada sob orientação da Prof.^a Dr.^a Jeane Cristina Gomes Rotta e apresentado à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília – DF

Junho/2018

Na Nepomuceno Ferreira, Samuel
Atividades Experimentais em Química a partir da Vivência dos Alunos: uma Proposta para a Experimentação no Ensino Médio. / Samuel Nepomuceno Ferreira; orientador Jeane Cristina Gomes Rotta. -- Brasília, 2018.
175 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) -- Universidade de Brasília, 2018.

1. Ensino de Química para o Ensino Médio.. 2. Atividade Experimental.. 3. Vivência.. 4. Leite e produtos lácteos..
I. Cristina Gomes Rotta, Jeane, orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Comunicamos a aprovação da Defesa de Dissertação do (a) aluno (a) **Samuel Nepomuceno Ferreira**, matrícula nº **160096430**, intitulada “**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM QUÍMICA A PARTIR DA VIVÊNCIA DOS ALUNOS: UMA PROPOSTA PARA A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO MÉDIO.**”, apresentada no (a) Sala LEPEC 2 do PPGEC no Instituto de Química (IQ) da Universidade de Brasília (UnB) em 29 de junho de 2018.

Prof.^a Dra. Jeane Cristina Gomes Rotta
Presidente de Banca

Prof.^a Dra. Joice de Aguiar Baptista
Membro Titular

Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva
Membro Titular

Prof.^a Dra. Viviane Aparecida da Silva Falcomer
Membro Suplente

Em 29 de junho de 2018.

Dedico este trabalho à minha amada esposa e minha família. Dedico também aos meus alunos que, com empenho, contribuíram para esta realização. Não poderia deixar de dedicar aos professores de Química que virão ter contato com este material e assim, contribuir de alguma forma para com suas práticas escolares.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar ao Autor da vida. Aquele que me concedeu saúde, paz e discernimento ao longo desta trajetória, Deus.

À minha esposa Lívia Emerick que, em um dos momentos mais difíceis de nossa união, se propôs a me auxiliar na busca por este meu sonho. Foram muitos dias de solidão, choro, mas estamos a vencer. Sou muito grato a Deus por ter colocado esta guerreira ao meu lado.

Aos meus pais, Almir e Vilma, e ao meu irmão Felipe pelas palavras de força e até mesmo pelo suporte financeiro nos momentos em que precisei. Assim também agradeço a família de minha esposa, Marleili e Wilson, sempre apoiando em todos os momentos.

À minha orientadora Jeane pela dedicação, por me auxiliar a trilhar o caminho, pelas correções necessárias e pela paciência em muitos momentos. Nossa parceria foi muito amigável e produtiva. Espero que seus próximos orientandos também saibam desfrutar da alta qualidade de seu trabalho e dedicação.

Agradeço aos professores do PPGEC que contribuíram enormemente para que este trabalho tenha a qualidade esperada. Assim também venho agradecer aos inúmeros amigos que fiz por este caminho: Bernardo, Carlos (Carlão), Danilo, Heraldo, Herllen, Adailza, Ariela, Gabriela, Luana, entre outros; pela troca de experiências e parcerias nas disciplinas. Em especial, as companheiras Keilla e Priscila pela amizade e caronas para que eu não perdesse o ônibus de volta para Araguaína. Muito obrigado a todos vocês.

Aos meus nobres companheiros de labuta do IFTO, pelas palavras de incentivo e pelas dicas daqueles que já passaram por essa etapa, assim como aos gestores do campus Araguaína. Agradeço também aos meus alunos que, pacientemente, entenderam minhas ausências em muitos momentos e em especial aqueles que contribuíram de forma direta para este trabalho.

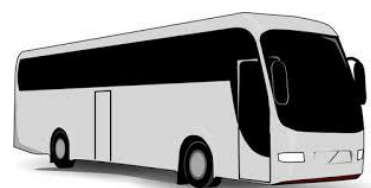
Foram aproximadamente 88000 km, 1600 horas de estrada pela rota Belém-Brasília. Assim, agradeço a Deus pela força a mim cedida e aos inúmeros motoristas que ao longo de todo este percurso nos guiaram com responsabilidade e competência.

Por fim, agradeço imensamente aos amigos e componentes da banca examinadora, Joice e Bob, que com muita seriedade e competência fizeram os apontamentos necessários para a construção deste sonho aqui realizado.

EPÍGRAFE

“Porque aos seus anjos dará ordem a teu respeito, para te guardarem em todos os teus caminhos. Eles te sustentarão nas suas mãos, para que não tropeces em alguma pedra”

(A Bíblia; Salmos, 91:11-12)



RESUMO

O ensino de Química na educação básica é desenvolvido em um contexto educacional que, muitas vezes, não favorece a aprendizagem dos alunos. É possível observar que durante o ensino médio os estudantes não sentem estímulos para aprenderem essa disciplina curricular e apresentam baixos índices de aprendizagem. Este fato há tempos é discutido pela comunidade científica e descrito na literatura e acredita-se que um dos motivos para isso seja devido as ênfases metodológicas que valorizam apenas a memorização dos conteúdos. Uma abordagem de grande relevância para esta ciência é a experimental, uma vez que a utilização da experimentação neste nível de ensino é uma importante estratégia didática que possibilita promover a articulação entre a teoria e a prática no processo de ensino e aprendizagem. Outro aspecto muito discutido pelas pesquisas em educação e apontado como um desafio para o ensino e aprendizagem da química é o livro didático (LD). Pois, esse recurso didático é amplamente empregado no contexto escolar, e muitas vezes postulado como o único e indispensável recurso a ser utilizado para o processo de ensino e aprendizagem e ainda norteador para construção do currículo escolar. A presente pesquisa buscou conhecer como a experimentação é abordada nas coleções de Química do PNLEM 2015. Foi realizada a análise das atividades experimentais das duas coleções mais distribuídas no referido ano por meio da aplicação de oito Questionamentos Avaliativos (QA). Foi constatado que, apesar de nos últimos anos ter ocorrido uma evolução nos critérios de avaliação para a experimentação pelo corpo de avaliadores dos livros didáticos, ainda há nas coleções analisadas obstáculos para que seja promovida a experimentação em uma abordagem investigativa nas aulas de Química. Como resultado da ação profissional foi construído e aplicado um módulo de ensino contendo uma proposição didática (PD) com quatro atividades experimentais que visam guiar o professor na perspectiva de um olhar diferenciado para a experimentação em Química no ensino médio. Este olhar busca compreender as atividades experimentais investigativas a partir de realidades sociais relevantes do ambiente vivido pelos estudantes. Neste sentido, tais atividades são aqui denominadas de “*Atividades Vivenciais*”. A PD foi aplicada com uma turma de 3º ano do ensino médio do Instituto Federal do Tocantins (IFTO) no município de Araguaína e os seus resultados conduzem ao destaque para a importância da busca pela articulação entre fenômenos e os conceitos científicos por meios da construção de atividades que partam das situações que envolvam o ambiente social vivenciado pelos estudantes. Deste modo, é possível utilizar a experimentação no ensino de Química levando-se em consideração os perfis regionais onde cada espaço escolar estiver inserido, tornando-a mais significativa para os estudantes.

Palavras-chave: Ensino de Química para o Ensino Médio; Atividade Experimental; Vivência; Leite e produtos lácteos;

ABSTRACT

Chemistry Teaching in basic education is developed in an educational context which, in many cases, does not favor students' learning. It is possible to notice that, during high school, students do not feel stimulated to learn this curricular discipline and display low learning. This fact has been discussed among the scientific community for some time, and it has been reported in literature. It is believed that one of the reasons for that is the methodological emphases, which only values content memorization. An approach of great relevance to this science is through experiences, since the use of experiences at this level of teaching is an important strategy which allows the conjunction between theory and practice in teaching and learning processes. The textbook is another aspect which has been discussed in researches regarding education, and points out the challenges for Chemistry teaching as well as learning. This didactic resource is widely used in schooling context, and its use, many times, is postulated as the only, and essential, resource for scholar curriculum formation. The current research tried to know the way classes involving experiences are approached in PNLEM 2015 Chemistry collections. The analysis were carried out based on experience activities of two of the most distributed collections in that year. These analysis were conducted through the application of 8 Evaluation Questionings (EQ). It was verified that, in spite of the improvement of textbook panel of evaluators' criteria on evaluating experiences in the last few years, there are still, in the analyzed collections, obstacles to the promotion of investigative approaching experiences in Chemistry classes. As a result of professional action, a teaching module was elaborated and applied, this module contained a didactic proposition (DP) with four experimental activities which aim to guide the teacher in a differentiated view of experiences in high school Chemistry classes. This view aims to comprehend investigative experimental activities based on relevant social realities lived by students. In this matter, such activities are here denominated "Lived Activities". The PD was applied to a high school seniors' class at Instituto Federal do Tocantins (IFTO) in the city of Araguaína and the results lead to the highlighted importance in trying to conjunct phenomena and scientific concepts through the elaboration of activities involving the social environment lived by students. Therefore, it is possible to apply experiments in Chemistry teaching, taking into consideration the local aspects where each school is set, making it more significant for students.

Key Words: Chemistry teaching in high school; Experimental Activities; Living; Milk and dairy products.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: significado das expressões <i>experiência</i> e <i>experimental</i> encontrado nos dicionários	29
Tabela 2: significado das expressões <i>experimentação</i> e <i>experimento</i> encontrado nos dicionários.	30
Tabela 3: trabalhos que abordam a análise de atividades experimentais em livros didáticos encontrados na revisão de literatura de 2006 a 2016.	51
Tabela 4: questionários avaliativos utilizados como critérios de análise.	62
Tabela 5: coleções selecionadas para análise das atividades experimentais.	63
Tabela 6: coleções mais solicitadas do componente curricular Química no PNLEM 2015 ..	63
Tabela 7: análise das coleções quanto ao QA01, referente a quantidade das atividades experimentais.	70
Tabela 8: resultados quantitativos quanto as dificuldades encontradas pelos estudantes nas atividades da PD.	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Objeto de estudo da dissertação.	19
Figura 2: Caminho percorrido pelo livro didático até a escola, gerenciado pelo PNLEM (elaborada pelo autor).	26
Figura 3: Proposta de Hodson (1982) para contrapor a visão empirista-indutivista.	35
Figura 4: Representação de Mortimer, Machado e Romanelli (2000) para as abordagens em atividades no ensino de química.	47
Figura 5: Resposta elaborada pelos estudantes para um dos questionamentos do texto 1 da Atividade 1 da PD.	81
Figura 6: Resposta elaborada pelos estudantes para um dos questionamentos do texto 2 da Atividade 1 da PD.	81
Figura 7: Resposta elaborada pelos estudantes referente à definição dos três processos de pasteurização do texto 2 na Atividade 1 da PD.	82
Figura 8: Resposta elaborada pelos estudantes referente ao contexto da criação do requeijão cremoso no Brasil do texto 1 na Atividade 3 da PD.	94
Figura 9: Resposta elaborada pelos estudantes referente ao contexto da criação do requeijão no Brasil do texto 1 na Atividade 3 da PD.	95
Figura 10: Resposta elaborada pelos estudantes referente a nome dado ao requeijão criado pelo Sr. Moacyr do texto 1 na Atividade 3 da PD.	95
Figura 11: Reprodução da planta produtiva apresentada por um dos grupos como resultado da visita técnica guiada.	98

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

LD	Livro Didático
PNLEM	Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
MEC	Ministério da Educação
IPT	Instituto de Pesquisa Tecnológica – São Paulo
SEB	Secretaria de Educação Básica
HFC	História e Filosofia da Ciência
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PD	Proposição Didática

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: A “PROBLEMÁTICA SENTIDA”	14
1.1 – O início de tudo	14
1.2 – A origem da leitura da problemática	16
1.3 – Obstáculos para a experimentação	19
1.4 – O livro didático no contexto escolar	22
1.5 – O problema em questão e a hipótese	27
1.6 – Dos objetivos	28
1.6.1 - Objetivos gerais:	28
1.6.2 – Objetivos específicos:	28
CAPÍTULO 2: A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA	29
2.1 – Pressupostos iniciais acerca da visão sobre experimentação	29
2.2 – Da experimentação na ciência até a experimentação no ensino de ciências: uma construção teórico-filosófica	34
CAPÍTULO 3: A PROPOSIÇÃO DIDÁTICA	44
3.1 - O “lugar” da “vivência” na proposta	44
CAPÍTULO 4: A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: UM OLHAR SOBRE O LIVRO DIDÁTICO – UMA REVISÃO DE LITERATURA	50
4.1 - Como as atuais pesquisas têm contribuído?	50
CAPÍTULO 5: METODOLOGIA	60
5.1 - Etapa 1: O caminho metodologia para a levantamento bibliográfico sobre a experimentação em livros didáticos	60
5.2 -. Etapa 2: construção da Proposição Didática - PD	64
5.2.1 – Concepções iniciais sobre a PD	64
5.2.2 - Contexto e participantes da pesquisa	66
5.2.3 - Procedimentos de coleta de dados	68

CAPÍTULO 6: RESULTADOS E DISCUSSÕES	70
6.1 - O que encontramos na investigação dos livros didáticos	70
6.1.1 – Os resultados da análise	70
6.1.2 – Discussões finais acerca da pesquisa	74
6.2 - Resultados da aplicação da proposição didática	75
6.2.1 – Resultados da Atividade 1: cola de caseína e composição do leite	76
6.2.2 – Resultados da Atividade 2: adulterações ao leite.....	82
6.2.3 – Resultados da Atividade 3: do leite aos seus derivados.....	89
6.2.4 – Resultados da Atividade 4: conhecendo o processamento do leite.....	96
6.2.5 – Resultados da aplicação do Questionário Avaliativo para a PD.....	99
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
REFERÊNCIAS	107
APÊNDICE 1: Questionário avaliativo da proposição didática - PD	114
APÊNDICE 2: Ofício de formalização da visita técnica guiada à indústria de laticínio	117
APÊNDICE 3: A Proposição Didática.....	120

CAPÍTULO 1

Para dar início a esta dissertação irei abordar um pouco de minha vivência como aluno da educação básica e os questionamentos e reflexões que surgiram durante minha trajetória como professor. Minhas concepções a respeito da experimentação no ensino de ciência foram colocadas em xeque após a leitura de artigos que me possibilitaram repensar minha prática docente. Assim, discuto a seguir alguns aspectos que me conscientizaram sobre a importância de entender os obstáculos encontrados para a utilização de atividades experimentais no ensino de Química. Início com o termo “problemática sentida”, que se encontra entre aspas, pois foi extraído na íntegra do capítulo 4 da obra “A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas”, dos autores Christian Laville e Jean Dionne. O termo se refere a aproximação da definição do problema de pesquisa com a experiência cotidiana vivenciada pelo pesquisador.

A “PROBLEMÁTICA SENTIDA”

1.1 – O início de tudo

Foi em minha carreira acadêmica, especificamente como estudante na educação básica, que tive minha primeira experiência com a ciência Química e as atividades experimentais realizadas em um laboratório. Essa experiência foi marcante em minha vida, uma vez que era diferente de tudo aquilo que estávamos aprendendo sobre Química: conceitos, leis e alguns desenhos de moléculas no quadro. Fato era que naquele momento, nós alunos, levantamos da cadeira e “colocamos a mão na massa” para tentar compreender algo daquele conteúdo. Poderia parecer desnecessário, mas separei este espaço para realizar algumas afirmações da minha vivência, pois elas auxiliam na sustentação do problema que buscarei destacar.

Toda minha educação básica foi cursada no segmento público em uma escola de aplicação da Universidade Federal de Juiz de Fora, o Colégio de Aplicação João XXIII, ambos situados em Minas Gerais. Por sua finalidade legal, este colégio é um campo de

atuação para alunos dos cursos de Licenciatura, que atuavam nessa instituição de ensino como alunos das disciplinas de estágio que buscavam vivenciar situações reais de ensino e aprendizagem. Assim, o colégio recebia constantemente esses alunos estagiários da Universidade Federal de Juiz de Fora, que desenvolviam em suas aulas diversificadas práticas educacionais.

Devido a essas características, o colégio apresentava excelentes espaços de aprendizagem diferentes da sala de aula, como por exemplo, laboratórios de Biologia, Química, Física e de Matemática. Além de outros espaços, comumente encontrados em outras escolas, como biblioteca, ginásio e espaços de convivência. E foi em um destes espaços que me identifiquei enquanto aluno ativo do processo de aprendizagem, o laboratório de Química.

Esse laboratório era muito bem equipado, com grandes bancadas e bastante espaço entre elas, além de possuir também equipamentos para práticas experimentais como capela, bico de Bünsen, centrífuga, chapa para aquecimento, e incontáveis vidrarias para a realização das atividades. De fato, posso afirmar que para muitos alunos, assim como para mim, foi o primeiro espaço tradicional completo de laboratório que tivemos contato. Neste momento, começam a aparecer as especificidades da realidade escolar, não só no município de Juiz de Fora, mas aquela que ocorre em todo o território nacional. Tal realidade, comparando essa escola com a maioria das escolas da região, é marcada principalmente pela diferença em infraestrutura de laboratórios para a realização de atividades, uma vez que tal espaço era presente em um percentual muito pequeno de escolas.

Nesse contexto, convivi durante esta etapa com amigos que estudavam tanto no segmento público, assim como eu, quanto no privado; mas pouco se ouvia, quando o assunto era escola, sobre práticas experimentais e muito menos sobre laboratórios para as aulas de Química. Logo, o que muitos sabiam sobre o assunto era somente o que os livros didáticos apresentavam, ou que estava presente nas histórias que liam ou mesmo apenas o que era propagado pela mídia sobre as descobertas científicas. Sendo assim, era grande a probabilidade de adquirirmos uma visão equivocada sobre o laboratório e o que se faz em um laboratório de Química.

Minhas concepções pessoais acerca das atividades experimentais em um laboratório não eram muito diferenciadas das concepções dos demais conhecidos. De fato, minhas intenções no laboratório enquanto estudante sempre foram de realizar experimentos visualmente interessantes como explosões, mudanças bruscas de coloração de um sistema e ter a possibilidade de manipular as interações para o caminho que eu desejava. Mas, acredito que essa visão não foi construída espontaneamente em minha vivência no laboratório, mas

sim, como um resultado da forma como as atividades experimentais eram dirigidas aos alunos, pois estas não favoreciam o questionamento dos fenômenos que observamos e nem a reflexão a respeito desses. Assim, considero que um fator que possa ter contribuído para a construção dessa minha visão de atividades experimentais foi devido a limitada contribuição dos meus professores, que não deixaram claro o papel deste tipo de atividade no estudo da ciência Química.

1.2 – A origem da leitura da problemática

A ciência Química apresenta, como um de seus aspectos, um caráter prático experimental que busca interpretar a natureza por meio de das construções de um conjunto de leis elaboradas pela comunidade científica (DRIVER et al, 1999). Muitas vezes, ao fazermos uma análise da vida cotidiana dos popularmente conhecidos como “cientistas”, seja por meio de leituras ou pela divulgação da mídia não especializada, fica claro que a existência de laboratórios de ciências é primordial para a realização de atividades experimentais e conseqüentemente para o desenvolvimento das ciências. Observamos que este posicionamento pode conduzir a uma visão empirista das ciências. Neste sentido, Hodson (1988) nos informa que:

É interessante especular por que o trabalho prático adquiriu um *status* tão elevado na mitologia da profissão do ensino de ciências. Talvez porque os experimentos sejam tão largamente utilizados na ciência que os professores de ciências fiquem condicionados a considerá-los como parte necessária e integral do *ensino* de ciências. [...] Como consequência direta desses pressupostos, muitos procedimentos do currículo contemporâneo de ciências, especialmente aqueles que envolvem trabalho prático, são mal concebidos, confusos e de pouco valor educacional (HODSON, 1988, p.1).

Mas pensando no contexto escolar, especificamente a educação básica, é preciso problematizar sobre os seguintes questionamentos: as ações realizadas pelos cientistas nos laboratórios são facilmente realizadas pelos alunos das escolas? Os experimentos realizados pelos cientistas são de fácil entendimento, de modo que os alunos do ensino médio possam acompanhar e refletir? O papel dos experimentos nas aulas de ciências e nas Ciências é o mesmo? E pensando mais além, será que toda a pesquisa científica precisa ser desenvolvida em laboratório?

As visões acerca da experimentação para o ensino de ciências e na ciência têm gerado inúmeros publicações e discussões no âmbito da comunidade científica de ensino; assim como seus objetivos vêm passando por mudanças ao longo dos anos e possibilitando mudanças na educação científica nas escolas.

Deste modo, irei me deter a uma percepção da experimentação para o ensino de ciências pensando em aspectos relacionados a natureza da ciência. Para Driver et al. (1999) não existe uma única natureza da ciência. Concordo com os autores quando relatam “que o conhecimento científico é, ao mesmo tempo, simbólico por natureza e socialmente negociado.” (p. 32). Essa discussão será melhor explanada em um capítulo posterior.

Um destes aspectos destaca como a importância de conhecermos o que é o conhecimento científico frente aos fenômenos, sejam eles naturais ou montados em um ambiente específico, como um laboratório (DRIVER et al..1999). Segundo estes autores, o conhecimento científico não é algo intrínseco à natureza, mas sim uma construção humana realizada a partir da manipulação de fenômenos para interpretá-los, sendo submetida a aceitação por uma comunidade científica. Esta definição nos mostra a complexidade de muitos conceitos da ciência. Corroborando com esta definição, Silva, Machado e Tunes (2010) apontam que:

O conhecimento científico é um conjunto de ideias elaboradas na tentativa de explicar fenômenos naturais e de laboratório. Essa explicação é feita pela formulação de conceitos denominados de científicos. Os conceitos científicos são construções abstratas da realidade, não sendo, no entanto, a própria realidade (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p.234).

A partir dessas definições, outro aspecto da natureza da ciência emerge, a mutabilidade do conhecimento científico com o avanço histórico. Para se fazer a leitura de determinada construção acerca de um fenômeno são necessários aparatos e instrumentos que, ao longo da evolução da humanidade, vão sendo substituídos por outros mais modernos e capazes de realizar a leitura necessária. Dessa forma, novos conceitos e teorias podem ser elaborados para modificar ou ampliar determinado conhecimento. (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Para os autores, outra maneira de se pensar sobre a mutabilidade do conhecimento científico são nos próprios conceitos desenvolvidos, uma vez que surgindo novos aspectos dos fenômenos, as teorias não conseguem dar o suporte teórico necessário para o entendimento desses.

Assim, acredito que com esse entendimento sobre a natureza da ciência, será possível destacarmos uma relação entre a experimentação e o ensino de Química, que será dimensionada a seguir, quando nos referimos a diferença entre os experimentos científicos que visam o desenvolvimento de teorias e os realizados no ensino que têm função pedagógica (HODSON, 1998).

Uma parcela dos cientistas, que utilizam os laboratórios como espaço fundamental de trabalho, contribuiu na produção dos conhecimentos científicos. Essa produção de conhecimento precisa ser aceita pela comunidade científica, para que esses conceitos e teorias possam ser utilizados na explicação de um determinado fenômeno existente. Logo, pode-se compreender que a teoria aceita pela comunidade científica (construída ou não em espaços tradicionais de laboratório) é uma explicação para os fenômenos existentes naturalmente ou mesmo aqueles produzidos pelos cientistas.

Mas certamente não é isso que ocorre no meio escolar, uma vez que o conhecimento científico não é construído pelo aluno. O que ocorre é uma apropriação destes conceitos científicos que poderão lhe proporcionar a interpretação dos fenômenos que ocorrem a sua volta. Assim, “[...] atividade que permite a articulação entre fenômenos e teorias” (SILVA; MACHADO; TUNES; 2010, p. 235) deve ser o principal foco da experimentação no ensino de Química na educação básica. Mas é neste momento que começam a surgir os obstáculos relacionados à experimentação.

Em minha experiência profissional, enquanto professor da rede pública e privada de ensino no estado de Minas Gerais, lecionei a disciplina Química para alunos do ensino médio em três instituições escolares, sendo duas estaduais e uma particular. Nessas três instituições pude perceber o quão complexo é o processo de ensino e aprendizagem na escola e o quanto essa experiência docente foi e continua sendo significativa para mim. Atualmente, leciono a referida disciplina no Instituto Federal do Tocantins.

Quando nos é lançado o desafio de um plano de trabalho no mestrado, vem à mente, numa primeira ordem, os principais problemas que encontramos no nosso percurso de vida, sejam eles provenientes de nosso meio profissional ou enquanto estudantes. Laville e Dionne (1999) nos auxiliam a pensar a problemática de pesquisa da seguinte maneira:

A conscientização de um problema de pesquisa depende, portanto, do que dispomos no fundo de nos mesmos: conhecimentos de diversas ordens — brutos e construídos — e entre esses conceitos e teorias; conhecimentos que ganham sentido em função de valores ativados por outros valores: curiosidade, ceticismo, confiança no procedimento científico e consciência de seus limites [...] (LAVILLE; DIONNE, 1999, p. 97).

Ao formular o tema a ser discutido nesta dissertação, inquietudes relacionadas a minha experiência docente e as especificidades do ensino de Química na educação básica me vieram à tona, das quais destaco na Figura 1 a relação que será aqui discutida:

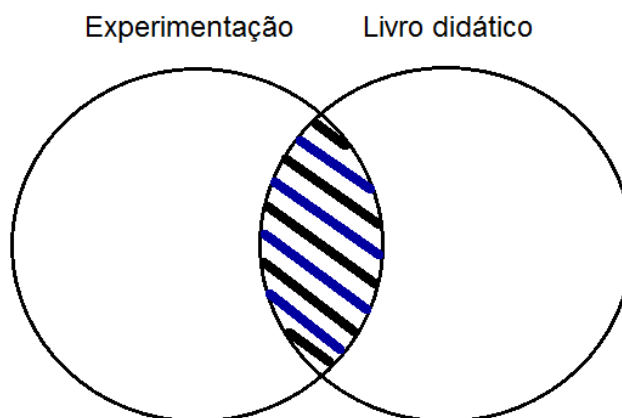


Figura 1 – Objeto de estudo da dissertação

Buscando entender alguns dos obstáculos encontrados para a utilização de atividades experimentais no ensino de Química, uso como sustentação o livro didático (LD), uma vez que tal recurso é muito utilizado no meio escolar. O LD pode nos fornecer subsídios sobre os possíveis obstáculos à experimentação no ensino médio e nos embasar na realização de uma proposição de atividades que possam auxiliar os professores na promoção de um ensino de Química pensado a partir da realidade vivenciada pelos jovens no atual cenário escolar.

1.3 – Obstáculos para a experimentação

A experimentação no ensino de ciências é tema de discussão de alguns trabalhos que apresentam como tema central, desde a análise da concepção de professores e estudantes sobre as atividades experimentais, até mesmo a investigação e proposição de práticas experimentais (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004). E neste espaço proponho um diálogo entre essas referências e minha experiência enquanto docente.

Infelizmente, um primeiro obstáculo recorrente à experimentação no ensino de química, encontra-se na própria concepção dos professores sobre o que é uma atividade experimental e o que é necessário para executá-la (PORTO et al, 2011).

Uma ideia equivocada, recorrente não só para professores da área de Química, mas também até mesmo de pesquisadores da área de ensino, está na indicação de que toda atividade experimental está condicionada a uma prática de laboratório. Hodson (1988) já nos auxilia a ampliar o campo da definição de atividade experimental, propondo a utilização deste termo para as atividades relacionadas ao aprendizado que colocam o aluno numa posição ativa ao processo de ensino. Para Silva, Machado e Tunes (2010) as atividades experimentais podem ter seus espaços de realização ampliados e sugerem que essas podem ser: demonstrações investigativas realizadas pelo professor, a utilização de filmes e vídeos para registros de dados e os estudos de caso e ou caso simulado, visitas planejadas, além de outros. Nesta definição, podemos perceber implicitamente que as atividades práticas de bancada não deixam de ser uma atividade experimental, mas torna-se uma das possibilidades desse tipo de trabalho.

Del Pozzo (2010) destaca que nem toda atividade prática na qual o aluno toma um lugar ativo pode ser considerada uma atividade experimental, necessitando que ocorra a reflexão e compreensão dos fenômenos observados.

A experimentação, em sua perspectiva genuína, pode ser entendida como uma atividade que verifica hipóteses e realiza necessariamente controle de uma ou mais variáveis, que exige a observação de um determinado fator interveniente no fenômeno ou a variação de um ou mais fatores de observação e investigação. Mais que repetir as ações, a experimentação implica em reflexão e compreensão dos fenômenos, num processo que visa entender a realidade (DEL POZZO, 2010, p. 27).

Para a autora, assim como para Hodson (1998) os experimentos não podem ser reduzidos à mera repetição de etapas, necessitando o entendimento e a reflexão dos alunos sobre os fenômenos observados, pois do contrário a atividade perde seu caráter pedagógico.

Assim, como mencionado anteriormente, minha experiência docente me ajuda a reafirmar este problema, visto que muitas vezes nós professores não realizamos as atividades experimentais por desconhecermos esse novo contexto na qual ela está inserida e que é discutida na literatura.

Mas essa situação pode ficar mais complexa quando ampliamos esse campo de pesquisa para a realidade de outros professores, com quem tive contato e possibilidade de troca de experiência. Pois, no geral, desconhecem a amplitude de atividades que podem ser

realizadas como experimentais e como nossas escolas, principalmente do segmento público, não estão devidamente preparadas para a realização de práticas experimentais em espaços convencionais, essas acabam não sendo realizadas. Gioppo, Scheffer e Neves (1998) acreditam que isso pode ocorrer por desconhecimento dos docentes a respeito da ampliação dos espaços onde podemos realizar essas atividades, posto que atividades experimentais podem ser realizadas no pátio da escola ou em um jardim. Logo, percebe-se a importância de não se restringir a atividade experimental como atividade prática de bancada.

Ainda neste sentido, Silva, Machado e Tunes (2010) nos apresentam algumas concepções equivocadas, do meio escolar, acerca da melhoria na aprendizagem em ciências pelo uso de atividades experimentais. Um discurso dominante, neste sentido, diz respeito a declaração dos alunos pelo gosto e por aprenderem melhor com as atividades experimentais. Segundo os autores, estudos mostram que o gosto pelas aulas experimentais está relacionado à mudança de ambiente de aprendizagem, deixando-os com um maior grau de liberdade. De fato, acredito que uma alteração pontual do ambiente da sala de aula comum pode contribuir para aumentar a troca de experiência entre os alunos e o professor, mas essa ação não está condicionada a melhoria na aprendizagem.

Outro discurso que os autores apresentam como equivocado, está pautado no maior interesse dos alunos pelos experimentos que envolvem “*fenômenos impactantes*”, através de explosões, mudanças repentinas de coloração e liberação de gases. Muitas vezes, o apressado do aluno pelo que ele observa é tão simbólico que a busca pelo entendimento do “como ocorre” fica em segundo plano, prevalecendo apenas o interesse em replicar aquela experiência. Neste sentido, os autores observam que como a busca pelos aspectos microscópicos não se tornam significativas, este tipo de experimento pode se tornar um obstáculo à aprendizagem.

Silva, Machado e Tunes (2010) discutem que as atividades experimentais são muito utilizadas com a finalidade de confirmar a veracidade ou funcionalidade de teorias. De acordo com os autores e com Hodson (1998), esse discurso auxilia a desvincular a teoria do fenômeno, dando à teoria uma sobreposição, pois os alunos remetem a ideia de que tais teorias seriam construídas por extraordinários cientistas de forma “*independente*” do fenômeno.

Portanto, nesta proposta, busquei discutir as problemáticas relacionadas à experimentação no sentido de articular minha experiência profissional com alguns obstáculos já descritos na literatura. Nesta etapa, o termo experimentação é ainda utilizado a luz de seu uso comum no cotidiano escolar, sendo portando discutido seu valor semântico nos próximos capítulos.

Uma vez apresentado alguns dos obstáculos que comumente estão presentes para a realização de experimentos com objetivos pedagógicos, destacaremos como o livro didático pode contribuir para, em muitos casos, agravar esses fatores que dificultam o uso adequado para a experimentação em nossas escolas.

1.4 – O livro didático no contexto escolar

Um importante recurso didático do contexto escolar que se tornou indispensável e culturalmente definido por todos que compõem a esfera escolar é o do livro didático. Defendido de maneira veemente por professores, alunos, pais e gestão escolar, este recurso pode ser encontrado em qualquer instituição escolar, sendo, portanto definido como o principal recurso necessário ao processo de aprendizagem. Corroborando com este argumento, Del Pozzo (2010) nos informa que:

[...] o livro didático, na maioria das vezes, torna-se o único ou o principal material de divulgação científica que o aluno tem acesso, constituindo-se como um meio de transmitir os conhecimentos científicos produzidos. Além disso, sua utilização é fortemente apoiada pela comunidade escolar (p. 3).

Não apenas nos dias atuais, mas Delizoicov (1995) já apontava isso como uma dificuldade que ultrapassa o limite das ações metodológicas do professor e passam a pertencer especificamente às esferas social, econômica e política é o fato de muitas escolas do segmento público serem subsidiadas apenas com livros didáticos. Portanto, esse é a principal fonte sistematizada do conhecimento científico no ambiente escolar e o aluno se apoia nesse material para o aprendizado.

O livro didático, conhecido desde sua origem no país como *manual didático* (PIRES; FERREIRA, 2011, p.48), vem tornando-se alvo de estudos científicos, que tem como objetivos desde a análise textual, até o processo de escolha do material pelo professor. Alguns destes trabalhos, como o de Saviani (2009), destacam a importância que o LD assumiu, não só ao processo de aprendizagem, mas também na definição do currículo escolar.

Saviani (2009) aponta o livro didático como um meio para se iniciar a discussão da reformulação das licenciaturas e cursos de Pedagogia nas universidades brasileiras. O autor destaca como um problema o abismo criado ao longo dos anos entre dois importantes aspectos da função docente, o “conteúdo” (caracterizado pelos conhecimentos a serem

ensinados) e a “forma” (procedimento didático-pedagógico). Segundo o próprio autor essa separação surge nos cursos de graduação, de modo que a visão geral existente é que estudantes de Pedagogia, ao ingressarem no curso, não precisariam mais se preocupar com aspectos de “conteúdo”, enquanto que estudantes das demais licenciaturas deixariam de lado a “forma” e se atentariam apenas ao “conteúdo”. Esta relação proposta por Saviani vem auxiliar na caracterização das relações entre o professor e o aluno visto que:

[...] mal ou bem os livros didáticos fazem a articulação entre a forma e o conteúdo. A questão pedagógica por excelência, que diz respeito à seleção, organização, distribuição, dosagem e sequenciação dos elementos relevantes para a formação dos educandos é, assim, realizada pelo livro didático no que se refere à pedagogia escolar; o livro se transforma, ainda que de modo “empírico”, isto é, sem consciência plena desse fato, no “grande pedagogo” de nossas escolas. Efetivamente, é ele que, geralmente de maneira acrítica, dá forma prática à teoria pedagógica nas suas diferentes versões (SAVIANI, 2009, p. 151-152).

Em minha prática docente, pude perceber um caminho tomado por muito professores na definição dos conteúdos a serem trabalhados em sala de aula. Era comum o professor, a partir do índice dos livros didáticos, elencar todos ou selecionar os conteúdos que seriam por ele abordados em sua prática. Mas além de auxiliar o professor nesta definição, o que se percebia era a plena utilização do livro didático, no sentido de seu uso único e exclusivo. Desta forma, percebe-se um desvio de função deste material, deixando de ser apenas mais um recurso didático do processo de ensino e aprendizagem. Como contribuição para este argumento, Lima e Silva (2010) descrevem que:

[...] o livro didático seleciona e discorre sobre conteúdos científicos, sociais, históricos e gramaticais que a sociedade, de certo modo, reconhece como legítimos de serem dados a ver a cada nova geração. Constitui-se como instrumento fundamental de apoio à docência na medida em que auxilia o professor na organização da aula e na proposição de atividades (p. 122).

Mas, fatores históricos contribuíram para que o livro didático tomasse este espaço. No início da década de 1990, a formação de professores no Brasil estava ligada a políticas educacionais vinculadas ao Banco Mundial, que limitava a formação e o papel do professor no processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, crescia-se a expectativa nos LD e nas tecnologias que proporcionavam ao aluno sua “*auto-aprendizagem*”, como as propostas de educação à distância (NASCIMENTO; FERNANDEZ; MENDONÇA, 2010, p. 238). Desta

forma, um maior destaque foi dado ao livro didático no sentido de reduzir o custo da formação de professores nas políticas educacionais.

Uma recente pesquisa realizada por Maia e Villani (2016) mostra a relação de professores de Química da rede pública do estado de São Paulo com dois materiais didáticos, o livro didático propriamente e os denominados Caderno do professor e Caderno do aluno, recurso implementado pela secretaria do estado após uma reforma curricular.

Segundo os autores do artigo, que metodologicamente propuseram encontros para debater assuntos como forma de planejamento das aulas e recursos utilizados, a chegada do novo material desorientou grande parte dos professores envolvidos na pesquisa. Como afirma Maia e Villani (2016), por meio da análise das narrativas foi possível perceber o forte vínculo que os professores apresentam com o livro didático, de modo que pouco espaço sobrava para outras iniciativas da prática docente.

Uma aproximação muito forte de minha experiência docente com o trabalho de Maia e Villani (2016), diz respeito a uma percepção que tiveram acerca do pensamento metodológico dos professores quanto ao processo de ensino. A proposta de inserção dos Cadernos “[...] entrou em conflito com a “cultura de magistério” do professor que já estava instalada nas escolas e que é carregada de concepções relativas aos conteúdos, seu ordenamento e as estratégias de ensino a serem adotadas” (MAIA; VILLANI; 2016, p. 143).

Este resultado pode ser aproximado do trabalho realizado por Lima e Silva (2010) quando analisaram questionários sobre o processo de escolha do livro didático por professores de Química no estado de Minas Gerais. A realidade vivenciada pelos 180 professores desta pesquisa era semelhante a apresentada anteriormente por Maia e Villani (2016), na qual uma nova proposta havia sido implementada pelas respectivas Secretarias de Educação.

Em resposta aos questionários propostos por Lima e Silva (2010), mais da metade dos professores alegaram que um primeiro e mais importante critério na escolha do livro didático diz respeito a “*abordagem do conteúdo*”. Quando as autoras observaram o teor das respostas, perceberam que os professores se referiam a sequência de conteúdo que o livro segue e à organização desses conteúdos (LIMA; SILVA, 2010, p. 126).

Logo, vimos nestes dois trabalhos que os conteúdos abordados nos livros didáticos têm sido o critério definidor para a utilização e a forma de utilização deste recurso didático pelos professores. É possível perceber que o LD não está inserido apenas como um possível recurso para a ação docente, mas sim vem definindo a ação do professor na prática escolar.

Mas há de se pensar em pontos positivos a respeito do livro didático inserido nas escolas. Ao começar destacando a importância do livro como muitas vezes o único material descritivo do conhecimento científico acessível ao aluno, como nos informa Del Pozzo (2010). Apesar de pesquisa realizada por Megid-Neto e Fracalanza (2003) apontarem que muitos professores têm diversificado suas ações metodológicas em sala de aula, retirando uma ênfase total no livro didático.

Mas, ainda vejo como importante, problematizar a discussão para poder chegar a problemática do livro didático. Os conhecimentos científicos constituídos ao longo de séculos e atualmente aceitos pela comunidade científica, não são de fato constituídos pelos alunos, mas sim alcançados por meio de ações do professor no processo de ensino e aprendizagem.

Neste tipo de recurso visual um conteúdo é apresentado como um resumo das principais definições e conceitos e a partir de minhas percepções, acredito que o livro didático é o recurso no qual o aluno terá a sua disposição articulações necessárias para o aprendizado que vão além das definições simplórias, como discussões contextualizadas, propostas de atividades em conjunto e, no caso das ciências, possibilidade de realização de atividades experimentais.

Ainda cabe problematizar uma situação referente ao caminho do livro didático, desde sua produção até chegar à escola, pensando a partir do seguinte questionamento: se o LD é um recurso importante e utilizado em larga escala nas escolas do país, este recurso não deveria ser previamente avaliado antes de chegar aos alunos e professores?

Através do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), que é uma autarquia do Governo Federal que tem por finalidade gerenciar a execução de políticas educacionais do MEC, foi criado um programa específico para toda a gestão do livro didático, assim como para o transporte escolar e alimentação escolar, entre outros.

Este programa criado pelo FNDE é o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) que é responsável por promover as ações que subsidiarão a chegada do livro didático gratuitamente às escolas públicas do país. As ações de todo esse processo estão esquematizadas abaixo na Figura 2:

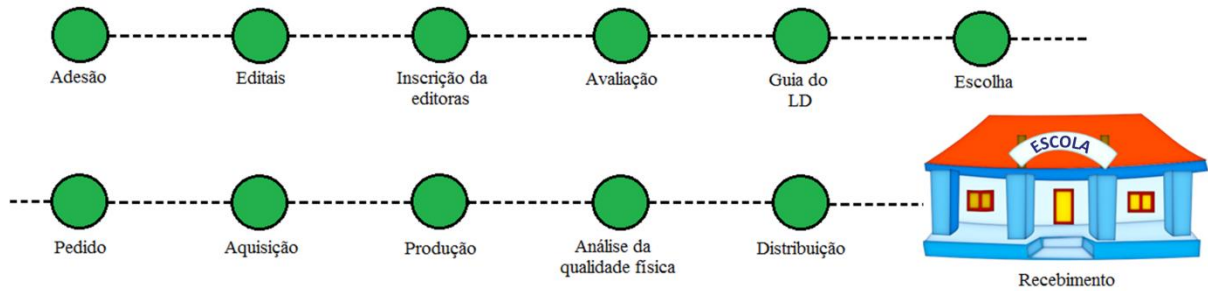


Figura 2: Caminho percorrido pelo livro didático até a escola gerenciado pelo PNLEM (elaborada pelo autor)

Da Figura 2, detalhes serão posteriormente levantados, mas alguns pontos precisam aqui ser discutidos. Como é de se perceber, os livros didáticos são submetidos a um edital que regulamenta as regras para a inscrição do material, mas o conteúdo da obra ainda não é o principal objeto destas etapas iniciais. Além do PNLEM existe o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para o ensino fundamental, e o Programa Nacional do Livro Didático para a Alfabetização de Jovens e Adultos (PNLA).

E assim, já respondendo ao questionamento levantado anteriormente, em relação aos livros didáticos passarem por um processo de avaliação que seguirão os critérios descritos na etapa do edital. Segundo o site do FNDE, esta etapa contempla dois importantes processos. Antes mesmo da avaliação propriamente, os LD passam por um processo de triagem realizado pelo Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo (IPT). Nele são analisadas as características físicas e as exigências técnicas propostas ao material, para serem encaminhadas para MEC, junto à Secretaria de Educação Básica (SEB).

A avaliação de caráter pedagógico do livro didático é realizada por um grupo de especialistas selecionado pela SEB, tendo a necessidade de produzir uma resenha dos LD aprovados para serem incluídos no Guia do Livro Didático. Como pode ser observado no esquema da Figura 2, o guia é fornecido aos professores para subsidiar na escolha do material.

Este percurso do material antes de chegar a escola é desconhecido de muitos professores, assim como era ignorado por mim, principalmente no início da carreira. Como implicações, os docentes deixam de perceber detalhes implícitos que poderiam ser discutidos com os colegas de disciplina, antes mesmo da escolha da obra. Tais detalhes vão desde imagens que estampam a capa destes materiais, até mesmo uma discussão sobre o monopólio de grandes indústrias editoriais.

Até esta etapa nos detivemos nas discussões acerca do livro didático, em seu contexto geral, mas em capítulo posterior, os obstáculos referentes as propostas de experimentação neste material serão analisados a luz da literatura.

1.5 – O problema em questão e a hipótese

Após a abordagem de eixos que irão estruturar esse trabalho, experimentação e o livro didático, focaremos o problema pretendido como foco dessa Dissertação, estando este inserido na problemática da pesquisa.

Desta forma, levanto o problema na forma de uma interrogação: de que forma a experimentação pode contribuir para a melhoria da aprendizagem de Química na educação básica?

Por questões temporais e de possibilidades físicas, o campo de atuação dessa proposta será meu próprio local de trabalho, visto que se encontra distante da sede do programa de pós-graduação.

Chega-se, neste momento, a um importante estágio da pesquisa, o levantamento da hipótese. Esta etapa pode ser vista como as suposições aferidas pelo pesquisador e definidas como “[...] os elos sobre os quais se articula a seguinte etapa da pesquisa” (LAVILLE; DIONNE, 1999, p. 125). Ainda segundo estes autores, é o momento de direcionar a pesquisa para a solução do problema.

Em especial para as atividades experimentais, levantamos a hipótese de que a utilização de experimentos ligados à vivência dos alunos pode contribuir para um melhor resultado quanto a aprendizagem de Química dos alunos do ensino médio.

Para superar esta problemática a proposta experimental que aqui defendo pode ser classificada como *atividade de vivência*¹. Essa atividade proposta não exerce a necessidade de ser constituída por uma prática de bancada, mas sim, por proposição de atividades de investigação acerca de produtos de consumo ou mesmo substâncias próximos da realidade cotidiana dos alunos. Assim, poderão realizar um trabalho prático de aprendizagem de Química articulado com as teorias do conhecimento científico, visando ampliar o rol de atividades praticas que o professor poderá utilizar em suas aulas para promover a aprendizagem dos estudantes.

¹ O termo *atividade de vivência* será utilizado ao longo de toda a dissertação e sua definição é descrita nesta etapa.

1.6 – Dos objetivos

Ao longo da discussão da problemática e do problema de pesquisa a experimentação e o LD foram contextualizados frente a minha experiência docente. Como na proposta inicial buscamos a interseção entre estes signos. Portanto, os objetivos desta Dissertação foram investigar as abordagens experimentais nos livros didáticos de Química do Ensino Médio e a proposta de ações pedagógicas que buscassem estar relacionadas as vivências dos alunos.

1.6.1 - Objetivos gerais:

- Investigar e problematizar a experimentação para o ensino de Química, no Ensino Médio, apresentada pelos livros didáticos;
- Propor a experimentação a partir de um contexto que considere a vivência dos alunos tendo em vista promover o ensino e aprendizagem em Química;

1.6.2 – Objetivos específicos:

- Avaliar e caracterizar a abordagem experimental presente nos livros didáticos de Química distribuídos nas escolas de Ensino Médio pelo PNLEM 2015;
- Propor o uso da atividade experimental de vivência, baseadas na proposta de experimentos problematizadores que apresentam uma maior aproximação entre a ciência e o contexto social dos alunos, como o uso de espaços como praças, supermercados, lojas, academias e demais;
- Planejar, desenvolver, aplicar e avaliar essa proposta de atividades experimentais a partir da vivência dos alunos;

CAPÍTULO 2

A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

2.1 – Pressupostos iniciais acerca da visão sobre experimentação

Nesse capítulo realizaremos a apresentação de como a experimentação tem sido discutida pelos pesquisadores da área de ensino. E começamos com um ponto passivo de concordância que é: se questionados sobre uma atividade fundamental para efetivar o aprendizado de Química na educação básica, certamente alguns alunos, professores e demais sujeitos do espaço escolar apontariam, entre uma das primeiras de uma lista, a atividade experimental.

No entanto, apesar desse consenso, observando a atual escola brasileira em seus múltiplos desafios nos cabe um importante questionamento: como tem sido desenvolvida a experimentação no ensino de Química? Esta tem apresentado aspectos relevantes para a formação do aluno da educação básica em uma perspectiva que considere o desenvolvimento de uma postura cidadã nesse aluno? Para responder tal questionamento se faz necessário conhecer qual é a concepção sobre a experimentação para o ensino básico de Química.

Quando pensamos em discutir sobre a visão da experimentação, acredito que assim como nos aponta Mori (2009), uma forma inicial de realizarmos essa discussão seria observar o caráter semântico de expressões usualmente utilizadas em sala de aula quando realizamos atividade tais como *experimentação*, *experiência*, *experimentar* e *experimento*. Nas Tabelas 1 e 2 está disposta uma síntese da busca realizada por Mori (2009) a três dicionários de língua portuguesa sobre essas expressões.

Tabela 1: significado das expressões *experiência* e *experimentar* encontrado nos dicionários.

Expressões		
Dicionários	<i>Experiência</i>	<i>experimentar</i>
Aurélio	“É homem vivido, cheio de experiência”	“Habilidade, perícia, prática,

		adquiridas com o exercício constante de uma profissão, duma arte ou ofício”
Houaiss	“Conhecimento adquirido pela prática da observação ou exercício”	-
Michaelis	“Conhecimento adquirido graças aos dados fornecidos pela própria vida [...] Conhecimento das coisas pela prática ou observação”	“Perícia, habilidade que se adquirem pela prática” “Sentir, sofrer, suportar”

Tabela 2: significado das expressões *experimentação* e *experimento* encontrado nos dicionários.

Dicionários	Expressões	
	<i>Experimentação</i>	<i>experimento</i>
Aurélio	“Método científico que consiste em observar um fenômeno natural sob condições determinadas que permitem aumentar o conhecimento que se tenha das manifestações ou leis que regem esse fenômeno”	“Ensaio científico destinado à verificação de um fenômeno físico”
Houaiss	Ato ou efeito de experimentar (MORI, 2009, p.54)	“Experiência (principalmente falando de ensaios e estudos científicos)”
Michaelis	Ato ou efeito de experimentar (MORI, 2009, p.54)	“Ensaio científico para a verificação de relações entre fatos bem definidos”

Tais recortes conceituais realizados por Mori (2009) pertencem a um domínio prático, ou seja, aquele derivado da experiência do senso comum, e de domínio da atividade científica, sendo esse relacionado à investigação científica. Assim, em algumas situações, os sentidos das expressões se distanciam tanto uma das outras, quanto da perspectiva do ensino de ciências em sala de aula, nos mostrando que apenas os valores semânticos para a

experimentação não são suficientes para delimitar uma abordagem conceitual. Desta forma, faz-se necessário levantar posições sobre o papel da experimentação no ensino básico de Química do ponto de vista de referenciais da literatura.

Se nos apegarmos às concepções presentes no dicionário sobre a experimentação, e também aos outros termos anteriormente destacados, corremos o risco de criarmos uma estabilidade conceitual. O dicionário, além de consolidar suas definições fora do contexto escolar, não leva em conta as mudanças de objetivo para a experimentação ao longo da história do ensino das ciências naturais em todo o mundo. Nesta direção, Branco (2012) nos aponta que:

[...] vários foram os focos dados às atividades experimentais relacionadas ao ensino de ciências. Sua importância sempre foi evidenciada, mas os objetivos variaram desde a simples abordagem utilitarista, passando pela valorização do fazer pelo aluno à concepção de que as práticas propiciariam a formulação de novos conceitos e, finalmente, procurava-se a compreensão da relação entre a natureza da ciência e o papel da experimentação para o ensino de ciências. Por esse motivo, a maior preocupação hoje é a de se divulgar que as explicações científicas são verdades transitórias, pois são explicações elaboradas dentro de certo contexto sobre a observação de um fenômeno natural ou não (BRANCO, 2012, p. 21).

Portanto, pesquisas, que são apresentadas ao longo desse capítulo, têm orientando para uma visão e para práticas mais adequadas para o uso da experimentação no ensino de ciências. Um aspecto que podemos relatar sobre a visão inadequada de experimentação é a relação feita, ainda hoje, entre o ensino das ciências e a experimentação pautada na necessidade de um laboratório tradicional. Segundo Tamir² (1991, apud BORGES, 2002), considera-se como laboratório tradicional um espaço onde os alunos realizam atividades práticas de observação e medidas preestabelecidas pelo professor. Entendendo tais atividades como práticas de bancada e na perspectiva fundamental da observação e descrição de fenômenos, podemos cair em um papel simplista para a experimentação no ensino de Química, pautado na reprodução de roteiros previamente estabelecidos com a finalidade de provar leis, reconstruir teorias e mesmo “[...] “ver na prática” o que acontece na teoria” (BORGES, 2002, p. 13). Ainda desta situação decorrem outras colocações que merecem ser destacadas.

Silva, Machado, Tunes (2010) também alertam que, muitas vezes, há uma concepção errônea sobre a experimentação, pois essa é utilizada nas aulas para comprovar uma teoria.

² TAMIR, P. Practical work at school: An analysis of current practice. In: WOOLNOUGH, B. (ed.) **Practical Science**. Milton Keynes: Open University Press, 1991.

Nesse sentido, é preciso compreender que experimentação é uma maneira de demonstrar um fenômeno que ocorre na natureza. Para Galiazzi e Gonçalves (2004) e Hodson (1998) a observação e interpretação de um fenômeno está impregnada por uma teoria previamente concebida pelo observador. Assim, quando observamos e buscamos compreender um experimento, realizamos essas ações baseadas em conceitos teóricos que já possuímos. Para Branco (2012) é preciso também discutir que as teorias são construções humanas e, portanto, mutáveis de acordo com o período histórico no qual são concebidas.

Quando se observa a realidade das escolas do país, vimos que poucas propiciam a criação de tais espaços para a realização de atividades em um laboratório tradicional. De fato, muitos alunos saem do ensino médio sem sequer observarem como se constitui um laboratório e de acordo com Borges (2002) alguns pesquisadores discutem que os problemas no ensino de ciências se devem a este fato. No entanto, conforme já discutimos no primeiro capítulo, a presença de um laboratório na escola, bem como a realização de atividades experimentais não são garantia de aprendizagem conceitual ou da aquisição de uma visão adequada sobre a ciência e sua natureza.

Segundo Borges (2002), apesar de reconhecermos que as atividades, desta forma planejada, não têm a capacidade de melhorar a qualidade do ensino, poderiam ao menos, instrumentalmente, proporcionar a criação de habilidades relacionadas ao trabalho em pequenos grupos. Ou, poderiam viabilizar a interação mais efetiva de cada aluno com os aparatos e equipamentos ali presentes. Mas, o autor ainda nos apresenta um importante contraponto, o custo desses laboratórios frente o distanciamento entre o ensino e a realidade cotidiana do aluno. Logo, a própria montagem dos experimentos pode constituir-se como um impedimento ao aprendizado.

Uma segunda colocação, também favorecida no trabalho de Borges (2002), nos indica como o cenário mundial vem se posicionando acerca deste tipo de espaço para a realização de atividades experimentais. Fato é que apesar de significativas mudanças da visão sobre o papel do ensino de ciências, dos anos de 1950 até os dias atuais, de acordo com o autor, a função dos laboratórios de ciências na escola e seus resultados no aprendizado dos alunos, vem sendo debatido, mesmo em países citados como referência no ensino experimental. Nesse sentido, pesquisas têm sido publicadas para demonstrar que é possível a realização de experimentos em espaços alternativos ao laboratório convencional (GIOPPPO, 1998; SILVA; MACHADO; TUNES, 2010; PORTO et al, 2011).

Além disso, outro desafio que pode estar presente na visão sobre a atividade experimental está em seu campo epistemológico. Em muitos momentos, tais atividades

apresentam como objetivo estruturante da prática a aplicação do método científico, caracterizado no campo da Filosofia da Ciência pelo método indutivo. Como nos aponta Hodson (1982), o pensamento indutivista define que:

[...] a ciência começa com observações simples e sem preconceitos. Essas observações resultam em dados a partir dos quais generalizações e teorias cristalizam-se. [...] O conhecimento científico é construído sobre a base segura da observação, da evidência e dos sentidos. Conforme as observações se acumulam, induzimos certas leis e teorias para explicá-las. A partir dessas teorias é possível fazer certas previsões (HODSON, 1982, p. 2).

Deste modo, é apresentada ao aluno uma visão da ciência como resultado de um acúmulo de conhecimentos descobertos e comprovados em laboratórios, visando principalmente a validação de determinada pesquisa realizada por um cientista. Além disso, os alunos podem apresentar interpretações equivocadas sobre as observações realizadas pelos cientistas, ao desconsiderarem a interferência do observador sobre fenômeno, conferindo um aspecto de neutralidade ao procedimento (BORGES, 2002).

Mas, por outro lado, não podemos deixar de destacar que atividades realizadas no espaço do laboratório tradicional apresentam potencial de promover uma aprendizagem efetiva para o aluno, principalmente se for elaborada articulando o fenômeno abordado às teorias científicas, sendo este o principal entendimento da função da experimentação no ensino de ciências (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Em minha experiência durante a execução deste mestrado, pude ter contato com espaços institucionais que substituíram os laboratórios tradicionais e que possibilitaram a aplicação de uma metodologia adequada para a proposição de atividades experimentais. Esses espaços são as salas ambientes, como denominadas institucionalmente no Instituto de Química da Universidade de Brasília, que se apresentam como uma possível solução para superar altos gastos na construção de espaços tradicionais para a realização de experimentos, reduzindo assim seu custo quando comparado aos laboratórios convencionais e viabilizando sua implementação até mesmo nas escolas de nível básico.

Portanto, posso perceber que as ações realizadas pelos professores no ensino de ciências são permeadas por suas práticas anteriormente vivenciadas e suas concepções pedagógicas. E a visão que os professores apresentam sobre a natureza da ciência é que sustenta suas práticas pedagógicas em sala de aula, especialmente para a experimentação (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004). Nesse sentido, nos é conhecido que, ao longo da história, são várias as concepções sobre as ciências e essas têm implicações para a

experimentação em ciências e no ensino de ciências. Mas afinal, há diferença entre experimentos na ciência e no ensino de ciências? Conhecer a existência dessa diferenciação pode auxiliar na realização de atividades experimentais que possibilitem melhoras no ensino e aprendizagem das ciências?

2.2 – Da experimentação na ciência até a experimentação no ensino de ciências: uma construção teórico-filosófica

Ao logo da história da ciência muitas concepções foram levantadas acerca das relações entre experimentos científicos e como são concebidos os conhecimentos científicos pelos indivíduos. Mas é preciso pensar no surgimento do interesse da humanidade nas atividades científicas, analisando também como esses conhecimentos influenciaram os currículos do ensino de ciências.

Mori (2009) nos chama a atenção para a importância de se conhecer o momento em que as práticas experimentais passaram a fazer parte da construção do conhecimento científico, caracterizando este espaço histórico como “*ciência moderna*” (p. 56). Através de uma citação de Pinho Alves³, Mori analisa o momento em que a experimentação se vincula ao que chama de “[...] conhecimento mais elaborado, que procura dar conta de situações mais amplas, mais generalizantes ou mais universais” (MORI, 2009, p. 56). Este momento se fez presente na história quando surge no homem o interesse de superar as opiniões próprias (o que chamaríamos hoje de senso comum), passando a pensar cientificamente sobre a natureza e o passo inicial para a perspectiva da experimentação como pertencente a ciência moderna pode ser caracterizada segundo as concepções de Francis Bacon (1561 – 1626).

O reconhecimento por Francis Bacon de que “os segredos da natureza revelam-se mais facilmente sob a opressão da arte do que quando seguem seus próprios caminhos” estabeleceu firmemente o experimento como o principal meio de aquisição de conhecimento científico. Não é suficiente, argumentou ele, simplesmente “observar a natureza no estado bruto”. Em vez disso, deve-se “torcer a cauda do leão” - manipular o mundo para obter maior acesso aos seus segredos. Os experimentos vão além da (mera) observação; são eventos projetados e estritamente controlados, e é esse controle estrito que lhes dá sua força particular. Muitas questões didáticas surgem a partir daí (HODSON, 1988, p. 3).

³ PINHO ALVES, J. **Atividades experimentais – do método à prática construtiva**. 2000. 312 f. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

Nesse sentido, o foco dado à experimentação tem como fundamentação sua capacidade em fornecer maiores detalhes, posto que as próprias observações do mundo natural não conseguiriam promover. Este modo de pensar cientificamente leva a visão da existência de um único modo de construção do conhecimento científico, que assim é conhecido como método científico (HODSON, 1988).

Mori (2009) esboça a visão de Bacon do método empirista-indutivista, no qual as estruturas do mundo real podem ser construídas através do domínio da natureza, por meio da coleta, do registro e da análise dos dados.

Nesta percepção da experimentação na ciência, um forte argumento está na observação como parte inicial do conhecimento científico (HODSON, 1982). Ainda segundo este autor:

Essas observações resultam em dados a partir dos quais generalizações e teorias cristalizam-se. Os indutivistas argumentam que é possível generalizar a partir de uma coleção de afirmações particulares [...] assim como [...] a observação fornece uma base segura a partir da qual as afirmações podem ser derivadas (HODSON, 1982. p. 2).

É interessante notar a proposta que Hodson (1982) faz para mostrar uma importante falha a esta visão sobre a experimentação, como observado na Figura 3 logo abaixo. Em uma análise semiótica deste objeto, o autor aponta que, ao observador, não há alteração do objeto, uma escada. Mas as possíveis observações deste objeto podem ser diferentes frente ao observador. É possível destacar duas formas de enxergar esta escada. Uma delas se faz pela percepção dos degraus superiores da escada. Na outra forma é possível enxergar a superfície inferior dos degraus, como se observador estivesse em baixo da escada. Desta forma, o autor expressa a parcialidade das observações, podendo esta ter caminhos distintos para diferentes observadores.

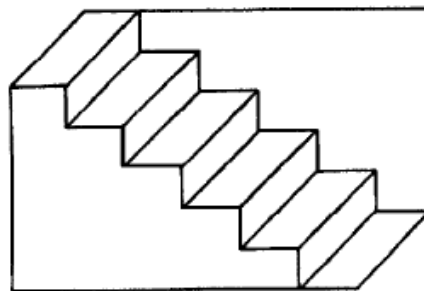


Figura 3: Análise Semiótica de Hodson (1982) para contrapor a visão empirista-indutivista.

Hodson (1982) relata uma afirmação de Karl Popper⁴ dizendo que “a busca da certeza, de uma base segura para o conhecimento, tem que ser abandonada” (HODSON, 1982, p. 3) e uma primeira relação dessa visão com a experimentação no ensino de ciências é apontada como uma preocupação com a experimentação, nas preposições dos empiristas-indutivistas, como sendo um único tipo de ciência. Este autor nos alerta para a problemática quando:

A ciência orientada por experimentos não é o único tipo de ciência. Enquanto os experimentos frequentemente fornecem aos cientistas meios poderosos para adquirir e testar conhecimentos, eles por si mesmos não são suficientes para fornecer conhecimentos teóricos, nem tampouco são sempre necessários. Muitos campos do empreendimento científico – tais como a geologia e a cosmologia, que lidam com eventos que são remotos e inacessíveis no tempo e no espaço – fazem pouco ou nenhum uso de experimentos. Conjecturas em meteorologia podem ser confirmadas ou refutadas por meio de observações não projetadas. Em alguns campos da medicina, experimentos podem não ser possíveis, ou podem ser indesejáveis por motivos éticos (HODSON, 1988, p. 3).

Essa visão nos auxilia na aproximação com a visão de Silva, Machado e Tunes (2010), quando os autores expressam a impossibilidade de promover uma visão adequada da educação em ciências quando dissociamos os aspectos teóricos dos fenômenos analisados. É importante que os alunos compreendam que a experimentação simula um fenômeno que ocorre na natureza e busca explicá-lo a partir das teorias existentes, mas é importante discutir que a experimentação faz “um recorte” da natureza, buscando conhecê-la. Portanto, quando uma teoria que explica um determinado fenômeno, representado em um experimento, essa não pode ser compreendida como inquestionável, posto que as explicações teóricas são construções humanas e, portanto, passíveis de equívocos.

Quando os alunos realizam uma atividade experimental e observam determinados fenômenos, geralmente solicita-se que os expliquem. **A explicação de um fenômeno utilizando-se de uma teoria é o que denominamos de relação teoria-experimento, ou seja, é a relação entre o fazer e o pensar.** Quando fazemos uso de uma teoria para explicar um fenômeno não significa que estamos provando a veracidade desta, mas sim testando sua capacidade de generalizações (SILVA; MACHADO; TUNES; 2010, p. 236 – grifo nosso).

Outra implicação das posições empirista-indutivistas está nos currículos de ciências elaborados a partir dessas concepções. Hodson (1988) já nos apontava uma preocupação com

⁴ POPPER, K. **Objective Knowledge**. Oxford University Press, 1972.
 POPPER, K. **The Logic of Scientific Discovery**, 1972.

uma visão apresentada não só por cientistas, mas também por muitos professores. A preocupação do autor está principalmente na crença “[...] de que o método experimental é universalmente essencial à ciência [...]” (p. 3). De acordo com Galiazzi e Gonçalves (2004) essa postura pode ser assumida pelos professores quando esses, muitas vezes, não possuem formação nas Ciências.

Essa visão inadequada pode ser colocada à prova quando nota-se que muitos aspectos da ciência ensinados em sala de aula não são passíveis de práticas experimentais, além da percepção de que ao longo da história da ciência é possível perceber que muitos conhecimentos teóricos foram constituídos por meio de suas inconsistências com outros modelos explicativos e não necessariamente da observação de um experimento (HODSON, 1988).

Outro importante momento na construção da função da experimentação para a Ciências foi escrito na história da ciência moderna por René Descartes⁵ (1596 – 1650), que segundo Giordan (1999 p. 3) “[...] impõe à experimentação um novo papel, diverso do proposto pelo contemporâneo Bacon”.

O caminho tomado pela ideia de Descartes retira a ênfase nos dados coletados na observação experimental e colocam à frente a “atividade puramente intelectual” (MORI, 2009, p. 57). Neste sentido, destaca-se o início de um movimento de valorização do que Hodson (1982) chama de “razão científica”, “[...] no qual a ciência caminha através de ciclos sucessivos de imaginação e crítica [...]” (MORI, 1982, p. 4).

A proposta de Descartes encontra-se na via de oposição ao papel da experimentação de Bacon principalmente na estruturação do método científico, uma vez que, segundo Giordan (1999):

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 [...] (Ibid, p. 3).

O caminho deste pensamento destacado por Descartes é definido como método dedutivo, uma vez que a dedução parte “[...] de uma proposição geral cuja validade para um caso particular se deseja verificar” (MORI, 2009, p. 57).

A título de exemplo deste caminho metodológico, Giordan (1999) nos mostra a origem dos enunciados no método dedutivo em que a experimentação se encontraria atrelada:

⁵ DESCARTES, R. **Discurso do Método**. Coleção Os Pensadores, vol. 1. Nova Cultural, São Paulo, 1987.

Partindo-se de um enunciado geral, como a temperatura de ebulição dos líquidos é função da pressão ambiente e tendo como fato, que ao nível do mar a água ferve a 100°C, e numa certa cidade serrana, ela ferve a 96,5°C, podemos formular a hipótese de que a temperatura de ebulição da água numa panela de pressão será maior que 100°C. Como o enunciado apela para a variação da temperatura em função da pressão e os dados revelam que esta taxa é positiva (maior pressão, maior temperatura), deduzimos que em um sistema semiaberto como a panela de pressão, a pressão ambiente será maior e portanto a temperatura de ebulição será maior. Qual é o papel da experimentação aqui? Confirmar nossa hipótese, uma espécie de carimbo atestando a força do enunciado geral (p. 3-4).

Nesse contexto histórico, podemos destacar que Galileu, Bacon e Descartes, tornaram-se iniciadores da ciência moderna. A experiência, na proposição de Galileu, toma um papel e uma estrutura peculiar e que, segundo Porto e Porto (2008), “[...] o experimento quantitativo como teste final das hipóteses” (p. 5). O “experimento quantitativo” é posto como a melhor forma para se conhecer com exatidão o mundo Natural. Por meio deste pensamento, Galileu criou diversos instrumentos e formulou teorias que contestavam as ideias de Aristóteles.

Mariconda (2006) esboça um perfil científico-filosófico de Galileu ao afirmar que:

[...] o que caracteriza a atitude científica galileana - e também a atitude científica moderna - é a procura, na natureza, de regularidades matematicamente expressáveis, as chamadas **leis da natureza**, e o método de certificar-se de sua verdade através da realização de **experimentos**. O principal exemplo apresentado nesse sentido é a própria lei de queda dos corpos que Galileu confirma por meio da realização de experimentos com o plano inclinado (MARICONDA, 2006, p. 269, grifo do autor).

De fato, é notável que Galileu apresenta uma organização matemática em sua teoria de modo que, como afirma Porto e Porto (2008, p. 5) “Galileu [...] argumentava que, para se fazerem julgamentos exatos da Natureza, deveriam se considerar apenas as “qualidades” que fossem mensuráveis”. Logo, uma ênfase qualitativa em sua concepção pode ser observada. Galileu ainda é citado pelos autores como “defensor do experimentalismo”, uma vez que sua contribuição com a invenção e o aperfeiçoamento de instrumentos possibilitou a execução de análises mais precisas e posteriormente a contradizer diversas afirmações de Aristóteles. Dessa forma, assim como afirma Giordan (1999, p. 4), Galileu promove a experiência “[...] um papel central no fazer ciência, o de legitimadora”.

Assim, Mori (2009), caracteriza a proposição da experimentação na proposição de Galileu utilizando-se de uma citação de Koyré⁶, nos informando que:

Galileu sabe [...] que o *experimentum*⁷ é uma pergunta feita à natureza, uma pergunta feita numa linguagem muito especial, na linguagem geométrica e matemática. Sabe que não basta observar o que se passa, o que se apresenta normalmente e naturalmente aos nossos olhos; sabe que é preciso saber formular a pergunta e, além disso, saber decifra e compreender a resposta, ou seja, aplicar o *experimentum* as leis estritas da medida e da interpretação matemática (KOYRÉ, 1991, p. 5 apud MORI, 2009, p. 59, grifo do autor).

Este foi o caminho percorrido da experimentação na chamada revolução científica do século XVII, fundamental para o desenvolvimento da ciência moderna e Hodson (1982) nos apresenta a perspectiva do filósofo Karl Popper para solucionar os problemas referentes a indução e a dedução, traçando assim o método hipotético-dedutivo. O autor caracteriza a proposição de Popper de forma a não excluir as observações experimentais, mas realocando dentro da proposta da formulação da hipótese, seguindo o seguinte caminho:

- i. primeiramente, a hipótese é produzida por intuição, por um trabalho de adivinhação inspirada, a partir de um conhecimento teórico anterior;
- ii. a partir da hipótese, certas conclusões são deduzidas;
- iii. as conclusões são comparadas entre si, a fim de se testar a consistência interna do sistema;
- iv. a forma lógica da teoria é investigada para se verificar se ela tem o caráter de uma teoria científica dedutiva ou empírica indutiva;
- v. finalmente, as conclusões são testadas experimentalmente: se as previsões são confirmadas, a hipótese é comprovada. Se não, a hipótese deve ser modificada ou substituída (HODSON, 1982, p. 4).

Um importante ponto da perspectiva de Popper é destacado por Carvalho (1995) quando relata que a teoria da relatividade, de Einstein, foi fundamental para Popper construir a ideia central de sua construção teórica, o que chamou de falseabilidade ou refutabilidade de uma teoria. Nessa perspectiva, Carvalho (1995) define, a partir dos próprios dizeres de Popper que:

[...] a teoria da relatividade pode, em princípio, mostra-se incompatível com os resultados de observação. Ela é, no dizer de Popper, “falseável”, ou seja, refutável.
[...] Uma teoria que pretende ser empírica, ou seja, que reivindica fazer asserções

⁶ KOYRÉ, A. **Estudos de história do pensamento científico**. Tradução de Marcio Ramalho. 2. Edição. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1991.

⁷ O termo “*experimentum*” empregado por Koyré (1991) é descrito pelo próprio autor em latim na tentativa de separá-lo da definição da “experiência comum”. Este termo era definido unicamente como uma prática de observação experimental.

sobre o mundo real, factual, deve, em princípio, ser refutável. A capacidade que uma teoria tem de poder colidir com a realidade é a medida que temos para afirmar que tal teoria é informativa, que ela nos diz algo sobre a realidade. [...] Numa palavra, o que define o estatuto de ciência empírica para uma teoria é a sua testabilidade, refutabilidade ou falseabilidade (CARVALHO, 1995, p. 72-73).

Mas, assim como para a indução, Hodson (1982) nos auxilia a compreender um desafio presente na visão do método hipotético-dedutivo. O autor nos leva a refletir a partir da seguinte afirmação filosófica que aqui descrevo: se para declarar a contradição de uma teoria a proposta verdadeira utiliza-se das afirmações dotadas de falsidade, “[...] as teorias não podem ser conclusivamente falsificadas, porque as afirmações observadas são, [...] elas próprias, suspeitas” (HODSON, 1982, p. 4).

Dentro dessa compreensão discutida sobre a epistemologia das ciências, foi possível observar a sua influência nas atividades experimentais para a ciências e como essa influência o ensino de ciências.

No Brasil esta influência ainda é sentida, conforme discutido por pesquisas (MORI, 2009; GÜLLICH; SILVA, 2013), que argumentam como a experimentação no ensino de ciências ainda apresenta uma visão empirista e dedutivista. Portanto, para entendermos melhor como ainda persistem essas concepções equivocadas sobre a experimentação no ensino de ciências, relataremos brevemente um pouco sobre como esse tema tem sido abordado no Brasil.

Iniciaremos nos anos de 1950 até 1970, período no qual ficou mais evidenciado a experimentação no Brasil, por influência de um direcionamento da educação para formação de cientistas que ocorre nos Estados Unidos, influenciado pelo lançamento do satélite artificial, Sputnik, pelos soviéticos (PEREIRA; SILVA, 2009).

A partir desse período o modelo de ensino-aprendizagem conhecido como o "método da redescoberta" surge como uma proposta para sobrepujar o Modelo Tradicional. Nesse novo modelo os “projetos de ciências” eram elaborados por especialistas e os professores treinados para serem aplicadores junto aos alunos, no qual o sistema de aprendizagem simula o processo científico (FERNANDES; NETO, 2009).

Nesse contexto, o ensino de Ciências tinha como objetivo viabilizar o acesso às verdades científicas aos estudantes, por intermédio de currículos escolares que privilegiavam o ensino de Ciências e de Matemática. Dentro dessa perspectiva, o ensino de ciências, em uma visão indutivista, pretendia aproximar o ensino de Ciências do trabalho do cientista, conduzindo os alunos a vivência do método científico. Essa visão foi enfatizada a partir de

projetos como: School Mathematics Study Group (SMSG) e o Chemical Study (CHEMstudy) de ciências importados dos Estados Unidos e Inglaterra (PEREIRA; SILVA, 2009).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais-PCN (BRASIL, 1998), os objetivos do ensino de Ciências Naturais foram influenciados pelo o método da redescoberta que tinha ênfase no método científico. Assim, alguns professores, irrefletidamente, confundiram a metodologia científica com metodologia do ensino de Ciências Naturais. Isso pode ter conduzido a uma concepção empirista de ciência, na qual as teorias são originadas a partir da experimentação, de observações seguras e da objetividade e neutralidade dos cientistas.

No entanto, nos anos de 1970, um modelo pedagógico que conhecido como tecnicistas, que coexistia com método da redescoberta, se tornou mais expoente e propunha uma abordagem pedagógica comportamentalista, enfatizando uma relação estrutural e objetiva entre os professores e aluno, em que “o professor atua como um gerente, administrando as condições de transmissão da matéria. Ambos são espectadores frente à verdade objetiva, não importando as relações afetivas e pessoais” (FERNANDES; NETO, 2009, p. 3). Os livros didáticos desse período privilegiavam uma metodologia empirista das ciências e as atividades experimentais possuíam roteiros que se assemelhavam as “receitas de bolo” (PEREIRA; SILVA, 2009). Os autores também discutem que os LD desse período eram concebidos para serem objetivos e favoreciam apenas a memorização dos conceitos de química, pois conteúdo foi reduzido a temas resumidos e a esquemas gráficos.

Em 1972 foi criado no Brasil o Projeto Nacional para Melhoria do Ensino de Ciências, pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC). Esses projetos foram desenvolvidos por instituições como: Universidade de São Paulo (USP). Coordenadoria do Ensino de Ciências do Nordeste (CECINE), Projeto de Ensino de Ciências (PEC) e Centro de Ciências do Rio Grande do Sul (CECIRS) (PRADO, 2015). De acordo com a autora, esses projetos foram encerrados ao final dos anos de 1970, por não serem considerados como prioridades pelo MEC.

Ainda nos anos de 1970, fatores como a crise econômica e os problemas ambientais cada vez mais presentes, foram determinantes para a ruptura da crença na neutralidade da ciência e na visão ingênua do desenvolvimento tecnológico (BRASIL, 1998). Nesse contexto, os anos de 1980 apresentam uma outra perspectiva pedagógica, concebida como CTS (Ciência Tecnologia Sociedade). No entanto, a crença no método da redescoberta ainda estava presente nos métodos de ensino e aprendizagem, apesar de pesquisas na área de Ensino de Ciências indicarem que na visão dos professores “o simples experimentar não garantia a

aquisição do conhecimento científico” (BRASI, 1998, p.21). Nesse período, também entram em evidência, no cenário nacional, as teorias cognitivistas que favorecem os trabalhos em grupo envolvendo jogos, simulações e resolução de problemas, nas quais o professor atua como mediador entre as situações de ensino/aprendizagem e o aluno (FERNANDES; NETO, 2009). Nesse cenário, a experimentação assume um papel secundário e o foco passa a ser os exercícios resolvidos com lápis e papel (PRADO, 2015).

Assim, para Prado (2015), foi a partir da LDB de 1996 que o ensino, até então concebido em uma concepção profissionalizante, passa a ter a intencionalidade de formar um jovem em uma perspectiva cidadã e que o prepare para o aprendizado autônomo permanente. A autora ainda relata que nesse período, houve uma preocupação com a ausência de atividades experimentais nas escolas, pois essa poderia contribuir com o ensino de ciências.

Portanto, nos anos de 1990 e 2000 contemplamos os vislumbres de uma pedagogia que enfatiza os aspectos sócio-político-culturais do processo educativo, representado o modelo pedagógico “Sócio Cultural” que tem seu expoente nas ideias de Paulo Freire, nas quais a relação professor aluno é horizontal e favorecida pelo diálogo (FERNANDES; NETO, 2009, p.3).

Prado (2015) discute que muitos autores têm defendido o uso de experimentos nas aulas de ciências, mas que alguns pontos precisam ser trabalhados para que as atividades experimentais possam realmente auxiliar a aprendizagem das ciências.

Para intensificar a introdução do uso da experimentação em sala de aula, é preciso levar em consideração alguns aspectos citados por Hodson (1994), Gil Perez et al. (1999), Guimarães (2009), Oliveira (2010), tais como: o domínio de conceitos que os professores possuem, a correspondência das matérias às condições de ensino e de aprendizagem na realidade escolar, a adequação dos materiais às necessidades e habilidades dos alunos, a integração da experimentação ao ensino e a correção do material do ponto de vista conceitual (PRADO, 2015, p.122).

Nesse breve resumo foi possível observamos como as tendências pedagógicas, influenciadas por um contexto político e social, refletiram nas práticas pedagógicas realizadas nas escolas. É importante, notar que a presença de um modelo pedagógico em determinado período, não exclui a presença de outro. Esses coexistem e um exemplo disso é que ainda hoje encontramos professores e livros didáticos com diferentes percepções sobre a experimentação no ensino de ciências (KUPSKE; HERMEL; GÜLLICH, 2013). Em artigo publicado, Perius e Hermel (2014) discutem esse tema a partir da análise de experimentos apresentados nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ensino de Ciências-ENPEC e concluem

que apesar de poucos trabalhos serem apresentados, esse número cresceu ao longo período o qual analisaram, e que as concepções equivocadas sobre as atividades experimentais estão menos presentes:

as atividades experimentais presentes nos trabalhos apresentados nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Ensino de Ciências, que foram classificadas sob os enfoques pedagógico (cognitivo, procedimental e motivacional) e metodológico (demonstração, verificação e descoberta) e sob as concepções demonstrativa, empirista-indutivista, dedutivista racionalista ou construtivista. A experimentação ainda é pouco discutida nos encontros, já que apenas 6,22% dos trabalhos foram sobre o tema. Em compensação, as concepções dedutivista racionalista e construtivista prevaleceram, demonstrando uma visão menos tradicionalista da experimentação (p.278).

Com o objetivo de realizarmos experimentos em uma perspectiva dialógica e investigativa, que estejam baseados na vivência dos alunos, elaboramos uma proposição didática intitulada “Atividade experimental de vivência”. A seguir explanaremos mais claramente essa proposição.

CAPÍTULO 3

A PROPOSIÇÃO DIDÁTICA

Buscando contemplar a problemática e o problema da pesquisa, descritos no primeiro capítulo deste material, nos cabe destacar o que será a proposição didática fruto deste mestrado, assim como descrever sua constituição em meio ao contexto de minha formação e atuação profissional.

A título de definição linguística e de categorização quanto ao tipo de proposição que intenciono construir, nomeio a proposta de “Atividade experimental de vivência” e a seguir, destaco o motivo pelo qual defini esta nomenclatura para este conjunto de atividades e suas características enquanto proposta de aplicação ao ensino de Química nas escolas.

Esta proposta é composta de atividades experimentais que apresentam um caráter investigativo, tendo suas etapas de execução tanto em espaços como a própria sala de aula quanto fora do espaço escolar, como em estabelecimentos comerciais, praças ou na própria casa do estudante. Ao longo deste trabalho foi descrito nossa perspectiva da atividade experimental enquanto proposta didática para o ensino de Química e então surge o questionamento: em qual momento da proposição didática o termo “vivência” se enquadraria?

3.1 - O “lugar” da “vivência” na proposta

Historicamente, uma rígida estrutura de conteúdos a serem ensinados por professores contribuiu e ainda contribui para o fracasso escolar das Ciências Naturais, como a Química, Física e Biologia. Maldaner et al (2007) afirmam que:

A fragmentação e a linearidade dos conteúdos escolares, expressos nos próprios livros didáticos mais em uso, marcam os programas de ensino e os modelos de estudo e formação dos estudantes. O conteúdo é padronizado para cada série, com precárias relações entre si, com temáticas tecnológicas e socioambientais, bem como com conteúdos ligados a atitudes, valores e hábitos culturais. O mal-estar entre

estudantes quanto a aprendizados científicos remete à qualidade dos conteúdos que lhes são ensinados, carentes de sentidos e significados na formação humana e profissional (MALDANER et al, 2007, p. 114-115).

Vislumbrando a superação destes obstáculos, um grupo de pesquisadores⁸ propôs uma adequação da organização curricular para o ensino escolar da grande área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Nesta proposta foram inseridas as Situações de Estudos (SE). Caracteriza-se como SE um novo olhar para o caminho da construção de significados do ensino das Ciências, de modo que não mais partem de um conceito construído pela comunidade científica para chegar a possíveis aplicações daquele determinado conhecimento. Trata-se de um novo percurso, em que o ponto chave está em uma “situação concreta” (MALDANER et al, 2007, p. 112) onde:

[...] estudantes e professores buscam entendê-la sempre de forma ampla, incluindo diversificados níveis de abstração, como a exploração de várias fontes de informação, muitas vezes presentes no contexto social na forma de conhecimento popular, senso comum, outras vezes em fontes tradicionais, como livros didáticos, enciclopédias, rede mundial de computadores, publicações especializadas, divulgação científica, pessoas com conhecimento especializado e/ou técnico (Ibid, 2007, p. 112).

O principal papel das SE se faz no desenvolvimento de saberes que apresentam valores e significados ao que os estudantes aprendem, pautado na construção de “[...] conhecimentos socialmente relevantes” (Maldaner et al, 2007, p. 115).

A vivência social, não só dos estudantes individualmente, mas também do coletivo, é o ponto de partida para o desenvolvimento tanto das SE quanto da proposta que aqui defendo. Esta proposta se aproxima das SE visto que o ensino da ciência Química na escola, por meio dos “conteúdos” tradicionalmente traçados no processo, como a significação de entidades como átomos, moléculas, elétrons, entre outros, não é o eixo norteador do trabalho docente. A pesquisa aqui realizada nos mostra ainda uma aproximação dos livros didáticos com este tradicional formato de currículo. Mas ainda é preciso deixar claro que certamente os termos anteriormente citados (átomos, moléculas, etc.) irão surgir ao longo do processo, mas o que será redimensionado é a forma com que estes conceitos serão inseridos no processo de ensino e aprendizagem.

⁸ Gipec – Unijuí, Grupo Interdepartamental de Pesquisa Sobre Educação em Ciências, da Unijuí (Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul).

Em uma visão ampliada, a vivência aqui esboçada objetiva-se na promoção da interação social da realidade dos estudantes com o meio escolar. Em especial, propomos a possibilidade de o aluno compreender os fenômenos presentes em seu meio de vida orientados pelas teorias e/ou modelos construídos pela comunidade científica. A título de exemplo, Silva, Machado e Tunes (2010) relatam o seguinte caso:

Uma pessoa pode, por exemplo, escrever um texto em que fala de homens e mulheres, referindo-se aos primeiros como “aqueles que usam calça e chapéu” e às mulheres como “as que usam saias e batons”. [...] Outra pessoa, por sua vez, pode, em outro texto, referir-se a homens e mulheres como XY e XX, respectivamente. **Esse é o caso de outro tipo de abstração que não é diretamente derivada de impressões sensíveis, mas decorrente de uma formulação anterior, de uma teoria, de um modelo.** Ou seja, uma abstração de outra ordem, mediada por outra abstração. Em outras palavras, um conceito mediado por outro conceito (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 240 - grifo nosso).

As atividades aqui propostas buscam estreitar as relações entre o jovem estudante no contexto do ensino de Química nas escolas com o meio em que ele encontra-se inserido, utilizando para isso as atividades experimentais na perspectiva que defendemos no Capítulo 2. Logo, algumas ações fora do espaço escolar serão utilizadas no desenvolver deste tipo de atividade.

O ponto inicial para o desenvolvimento da proposta está na definição da forma como as situações de vivência serão levantadas pelo professor. Como há possibilidades desta proposta ser realizada de forma interdisciplinar, é importante o levantamento das situações de vivência com outras áreas das Ciências da Natureza como a Física e Biologia, possibilitando o diálogo com outros eixos de conhecimento, como das Ciências Humanas. Mas também, como forma alternativa, é possível que o docente estabeleça a priori quais serão as situações de vivência para a construção das atividades, visto que este possui uma percepção do ambiente social coletivo, podendo fazer com que as atividades propostas atinjam a uma maioria dos estudantes. Ainda para o levantamento das situações de vivência, o professor pode optar por construir as atividades através das percepções dos alunos, seja por meio de instrumentos como questionários ou de conversas informais com as turmas das quais serão aplicadas.

A proposta que desenvolvemos terá também a intenção de possibilitar ao aluno o pensar sobre os fenômenos que estão observando. Portanto, outra importante ação da atividade experimental de vivência que destaco é utilização dos três níveis de representação do conhecimento químico, a conhecer nível macroscópico, microscópico e expressão representacional (Figura 4). Tais níveis de conhecimento são abordados por Motimer,

Machado e Romanelli (2000) como possíveis abordagens didáticas para atividades no ensino de Química, como propõem na figura⁹ abaixo:

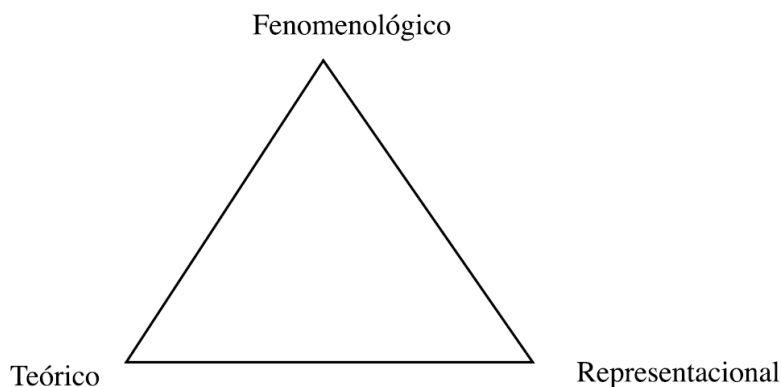


Figura 4 – Representação de Mortimer, Machado e Romanelli (2000) para as abordagens em atividades no ensino de Química.

Neste modelo, Mortimer, et al (2000) nos chama a compreender uma forma de abordar o ensino de Química na promoção da “[...] dialética entre teoria e experimento, pensamento e realidade” (p. 277).

Como nos apresentam Mortimer et al (2000), a abordagem fenomenológica da atividade está inserida de diversos modos, seja nos fenômenos diretamente observáveis e descritivos quanto aos que não apresentam indícios visuais. Além disso e em uma forte aproximação com esta proposta, estes mesmos autores afirmam:

Os fenômenos da química também não se limitam àqueles que podem ser reproduzidos em laboratório. Falar sobre o supermercado, sobre o posto de gasolina é também uma recorrência fenomenológica. Neste caso, o fenômeno está materializado na atividade social. E é isso que vai dar significação para a Química do ponto de vista do aluno. São as relações sociais que ele estabelece através dessa ciência que mostram que a Química está na sociedade, no ambiente. A abordagem do ponto de vista fenomenológico também pode contribuir para promover habilidades específicas tais como controlar variáveis, medir, analisar resultados, elaborar gráficos etc (MORTIMER et al, 2000, p. 276).

Assim, o aspecto fenomenológico está relacionado ao nível de conhecimento destacado nesta atividade como observação macroscópica.

⁹ Esta figura utilizada também por Mortimer tem como origem o documento oficial de proposta curricular da Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais (SEEMG), nomeado como CBC – Conteúdos Básicos Comuns.

Outro aspecto descrito por Mortimer et al (2000) é o teórico. Nele são desenvolvidas as explicações por meio das teorias científicas já desenvolvidas na ciência “[...] e que incluem entidades não diretamente perceptíveis, como átomos, moléculas, íons, elétrons etc” (MORTIMER et al, 2000). Na categorização do nível de conhecimento, o aspecto teórico se relaciona à interpretação microscópica.

Como outro vértice da Figura 4 tem-se o aspecto representacional. Este aspecto é relatado por Mortimer et al (2000) como o apresentado com a maior frequência no ensino de Química, uma vez que têm faltado a apresentação de fenômeno. É neste aspecto que a linguagem científica se faz presente na compreensão do fenômeno, podendo apresentar-se pelos gráficos, tabelas e, no eixo químico, as equações químicas e fórmulas de compostos.

Nesta proposta de atividade, assim como desenvolvido na Figura 4, os três aspectos (níveis de conhecimento) apresentam relações entre si em com a experiência, de modo que devem ser igualmente abordados ao longo da proposta.

A proposta também pretende trazer uma abordagem histórica e me detenho a explicar sua necessidade. Sabemos o quão importante foi para o desenvolvimento científico da humanidade os trabalhos desenvolvidos pelos nossos antepassados cientistas e essa importância deve ser estabelecida também no ensino das ciências na educação escolar básica. Deste modo, é interessante destacar como a inserção da história e filosofia da ciência (HFC) contribui para desenvolver o pensar científico dos alunos.

Pereira e Silva (2009) resgatam um apontamento de Jaffe (1938 apud: PEREIRA; SILVA, 2009) ao observar e citar como uma falha na educação científica dos alunos a não apresentação de uma visão da HFC. Essa visão de Jaffe é exemplificada ao apontar que nem mesmo as grandes pesquisas da ciência são conhecidas pelos estudantes. Ao mesmo tempo em que esta dificuldade vem sendo apresentada, ainda segundo Pereira e Silva (2009), documentos oficiais vigentes no país, em especial os PCNEM, além de documentos internacionais, como os utilizados para nas reformas curriculares americanas, enfatizam a necessidade e importância da inclusão da HFC como uma abordagem no ensino de ciências.

Na perspectiva de Pereira e Silva (2009) uma contribuição da inserção da HFC no ensino de ciências pode ser observada a luz do auxílio no desenvolvimento do pensamento do aluno, principalmente na eliminação de obstáculos no entendimento de determinados conceitos. Nessa situação, a HFC auxilia na produção do discurso científico para que os alunos apropriem os conhecimentos. Outra contribuição apontada pelos mesmos autores diz respeito a possibilidade de promover um trabalho interdisciplinar que auxiliaria na superação da fragmentação curricular ainda hoje persistente nos currículos escolares.

O caminho para a inserção da HFC no ensino das ciências pode ser construído de duas principais formas e a escolha da abordagem pelo professor influenciará diretamente na concepção final do aluno sobre a evolução da ciência aos tempos modernos, contribuindo também para que entendam a natureza da ciência.

Oliveira e Silva (2011) nos apontam as definições das duas possíveis abordagens a serem utilizadas na inserção de HFC. Segundo estes, em uma das abordagens há um entendimento de que apenas aspectos da própria ciência são considerados para o desenvolvimento da ciência, restringindo assim a possibilidade de interferências no processo. Essa abordagem é classificada como *internalista*.

Uma vez que a ciência e seu desenvolvimento não se encontram isolada dos demais eixos sociais, econômicos e políticos, a abordagem classificada como *externalista* é apresentada por Oliveira e Silva (2011) quando aspectos externos são utilizados ao propor o desenvolvimento do pensamento científico, como o momento histórico vivenciado pela sociedade, delimitando assim sua interferência nas pesquisas.

Mas assim como estes mesmos autores defendem, nossa proposta busca utilizar-se das duas abordagens, uma vez que para um bom entendimento e compreensão sobre a HFC deve-se relevar tanto os cientistas dentro do contexto dos desafios da própria ciência quanto o contexto social e político no desenvolvimento da história. Assim, cada abordagem apresenta sua contribuição para compreender aspectos da HFC.

CAPÍTULO 4

A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: UM OLHAR SOBRE O LIVRO DIDÁTICO – UMA REVISÃO DE LITERATURA

4.1 - Como as atuais pesquisas têm contribuído?

O objetivo deste momento foi conhecer o que estava sendo pesquisado e documentado na literatura acerca da experimentação nos livros didáticos de Ciências nos últimos dez anos, bem como caracterizar suas linhas de pesquisa e tipologia de trabalho científico. Pois é crescente no Brasil a preocupação com o livro didático inserido no contexto escolar. Podemos perceber importantes discussões acerca da forma que este recurso didático vem sendo utilizado pelos professores na educação básica, como apontam Megid-Neto e Fracalanza (2003):

Programas de melhoria da qualidade do livro didático brasileiro e de distribuição ampla para os estudantes de escolas públicas têm sido uma das principais ações do governo federal e seu Ministério da Educação desde a década de 30 do século passado. [...] Ao mesmo tempo, pesquisadores acadêmicos vêm se dedicando há pelo menos duas décadas a investigar a qualidade das coleções didáticas, denunciando suas deficiências e apontando soluções para melhoria de sua qualidade (MEGID-NETO; FRACALANZA, 2003, p. 147).

A partir de nossa prática docente percebe-se que por muitas vezes, além de subsidiar a metodologia do trabalho docente, o livro didático assume o papel de ordenador do currículo escolar. Com isso, os professores de ciências acabam por torná-lo indispensável ao processo ensino/aprendizagem. Além disso, tendem a estabelecê-lo como o único recurso didático a ser utilizado em sala de aula, o que pode ser observado na ação pedagógica docente tanto da rede pública quanto da rede privada de ensino.

Delizoicov (1995) ainda aponta para uma dificuldade que vai além de uma simples escolha de metodologia pelo professor. Muitos municípios são desprovidos de quaisquer outras fontes sistematizadas do conhecimento científico, se não o livro didático, e dessa forma

os professores acabam por reproduzir os conteúdos em sua prática. Mas como afirmam Megid-Neto e Fracalanza (2003), esse desafio vem sendo superado, uma vez que o LD tem deixado de ser fielmente apropriado pelos professores, promovendo alterações de acordo com a realidade da comunidade onde a escola se insere, sendo, portanto utilizados como material de apoio.

Atualmente, os livros que chegam às escolas da rede pública, via financiamento do governo, passam por um processo de avaliação realizado por programas do Ministério da Educação (MEC) como o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para o ensino fundamental, o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) e o Programa Nacional do Livro Didático para a Alfabetização de Jovens e Adultos (PNLA). Neles, um dos critérios analisado para a aprovação ou não de uma coleção didática é a experimentação. Ao propor uma análise panorâmica dos critérios de avaliação dos livros didáticos de Ciências do PNLD, Basso (2013) revela a existência da categoria “Atividades Experimentais”. A autora ainda destaca a evolução deste critério nas avaliações ao longo dos anos de existência do programa, ao deixar de ser observado apenas em seus aspectos gerais, compondo ainda um espaço específico para as resenhas da avaliação no Guia do Livro Didático.

Após as devidas restrições de busca (conforme descrito na metodologia), nossa proposta foi realizar a leitura dos resumos dos trabalhos e realizar uma varredura nas referências bibliográficas destes, com a finalidade de separar aqueles que discorriam exatamente sobre o tema da proposta, a análise dos experimentos em livros didáticos.

Após uma rigorosa análise, os trabalhos encontrados foram separados e sistematizados na Tabela 3, representada abaixo:

Tabela 3: trabalhos que abordam a análise de atividades experimentais em livros didáticos encontrados na revisão de literatura de 2006 a 2016.

Tipologia do trabalho	Título do trabalho, autor e data.
Dissertação	Análise de experimentos que envolvem Química presentes nos livros didáticos de ciências de 1 ^a a 4 ^a séries do ensino fundamental avaliados no PNLD/ 2007. – Rafael Mori (2009)
Dissertação	As atividades experimentais nas avaliações dos livros didáticos de Ciências do PNLD 2010 - Lucimara Del Pozzo (2010)
Artigo de revista	O enredo da experimentação no livro didático: construção de conhecimentos ou reprodução de teorias e verdade científicas – Roque Güllich e Leonice Silva (2013)
Artigo de revista	Concepções de Experimentação nos Livros Didáticos de Ciências. - Carine Kupske, Erica Hermel e Roque Güllich (2014)
Artigo de revista	Química no ensino de ciências para as séries iniciais: uma análise de livros didáticos. - Rafael Mori e Antônio Curvelo (2014)
Artigo de evento	Análise da experimentação em livros didáticos produzido em diferentes contextos. - Renata Izaias, Marlene Melo e Maiara Pinto (2015)

O trabalho de Mori (2009) inicia discorrendo acerca do livro didático de ciências, começando por suas funções no processo de ensino e aprendizagem e conduzindo até uma análise histórica tendo como fim o momento de institucionalização do PNLD. Ainda no suporte teórico à pesquisa, Mori aborda a experimentação no ensino de ciências sob uma perspectiva histórica inicialmente seguida de uma revisão de literatura acerca da temática supracitada.

O autor fez uma pesquisa analisando 37 (trinta e sete) coleções do PNLD 2007, apesar de apenas 12 (doze) destes títulos terem sido aprovados no ano em questão. Foi realizada por Mori a análise de conteúdo das atividades experimentais dos livros, selecionando e contabilizando as que apresentaram relação com a Química no contexto da ocorrência de transformações químicas.

Como primeiro resultado tem-se a relação da quantidade de propostas de atividades experimentais presentes nos 37 (trinta e sete) livros. Nesta etapa, os autores verificaram que os livros didáticos aprovados continham pouco menos que o dobro do número de atividades das coleções não aprovadas.

Outro fator que distinguiu os livros didáticos excluídos dos aprovados na avaliação pôde ser visto pelos autores ao proporem uma categorização das atividades a partir de uma adaptação das ideias de Pella¹⁰ (1961 apud MORI; CURVELO, 2012). Nesta proposta, as

¹⁰ O autor Rafael Mori realizou a leitura de Pella no material de Pena (2000), uma vez que pelo tempo de publicação não foi possível encontrar o periódico do próprio autor Milton Pella. Mas em seu artigo "O grau de participação requerido dos estudantes em atividades experimentais de Química: Uma análise dos livros de Ciências aprovados no PNLD/2007" Mori descreve assim a referência completa: PELLA, M. O. **The laboratory and science teaching**. The Science Teacher, Washington, n. 28, p. 20-31, 1961.

atividades foram distribuídas em seis categorias de acordo com o grau de envolvimento dos alunos em tais atividades, de modo que na categoria I as atividades são conduzidas mais pelo livro didático e caminhando até a categoria VI essa condução deixa de ser direcionada pelo LD e passa a envolver o aluno em todas as etapas. Segundo o autor, as atividades em que há um maior direcionamento pelos alunos (mais próximos das categorias V e VI) são as esperadas para as atividades experimentais no ensino de ciências. Como resultado, Mori observou que, apesar de ainda em pequena quantidade, os livros didáticos aprovados possuíam quase duas vezes mais atividades que se enquadram como ideais ao ensino de ciências quando comparado aos livros excluídos do processo.

Em uma visão geral, Mori estaria de acordo com o resultado da avaliação das coleções quanto à classificação dos aprovados e dos excluídos, levando-se em consideração as práticas experimentais que envolvem aspectos químicos. O autor ainda lembra que por mais limitado que se apresente o PNLD para os critérios avaliados, o processo de ensino não pode depender unicamente de bons livros, ao passo que deve ser observado e utilizado como um recurso para o professor.

Para iniciar sua Dissertação Lucimara Del Pozzo (2010) relata a conflituosa concepção da ciência ao longo da história, passando de um conhecimento verdadeiro e dominador da natureza, para um ideal não dissociado de aspectos sociais, culturais e que distante está de ser a única forma válida para a resolução de problemas da sociedade. A autora então defende a necessidade de se estabelecer outras formas de conhecimento que auxiliariam a sociedade em seus dilemas cotidianos, fato este não observável na ciência moderna.

Ainda nessa visão, a autora relata uma associação entre a ruptura ideológica acerca da ciência moderna à tentativa de se realizar o mesmo para a educação. Entretanto, ela reconhece que essa ruptura na educação é difícil, pois as abordagens vivenciadas na escola estão enraizadas na ciência positivista moderna e na educação tradicional.

Em seguida, a autora expõe as mudanças ocorridas ao longo da história na trajetória da educação geral e do ensino de ciências. Visto que foram diversos os movimentos educacionais no país, Del Pozzo observa e classifica a experimentação como aspecto comum a todos os movimentos, apesar das diferentes abordagens em cada um deles e assim inicia uma discussão ao tratar as concepções sobre a experimentação por professores, correlacionando-as a luz de outros autores como Moraes¹¹ e Ivan Amaral¹².

¹¹ MORAES, R.; O significado de experimentação numa abordagem construtivista: o caso do Ensino de Ciências. In: BORGES, R. M. R. ; MORAES, R. (Orgs.). **Educação em Ciências nas Séries Iniciais**. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1998. p. 29-45.

Permeando seu objetivo principal, Del Pozzo avança nas discussões acerca do PNLD em seu aspecto histórico, sua influência no desenvolvimento comercial dos livros didáticos no Brasil, chegando aos temas fundamentais de sua pesquisa: a avaliação dos LD de Ciências e o Guia do Livro Didático, inicialmente ambos trabalhados na perspectiva histórica.

Como procedimentos de pesquisa foram selecionados algumas obras avaliadas no PNLD de 2010 e estudadas em seu teor documental. O Guia do Livro Didático 2010 também foi analisado, uma vez que o objetivo da pesquisa foi delimitado a observar a coerência entre as avaliações das atividades experimentais no guia e as próprias atividades presentes nos livros selecionados.

A autora destaca como resultado uma disparidade entre as avaliações apresentadas nas resenhas e a concepção das atividades experimentais presentes nos livros. Para ela, a maioria dos livros apresenta atividades que podem ser tipificadas através do método da redescoberta a partir de suas leituras de Amaral. Neste sentido a autora destaca elementos como “[...] comprovação de uma teoria e um roteiro básico a ser seguido” (DEL POZZO, 2010, p. 34) por meio de experimentos demonstrativos. Já para os avaliadores dos livros didáticos, a proposta das atividades seguia o modelo construtivista, sendo pautadas principalmente na investigação “[...] ao possibilitar e considerar aspectos tais como: conhecimentos prévios, organização, levantamento de hipóteses, trabalho em grupo etc” (idem, p. 73).

Ao notar essa disparidade, Del Pozzo sugere uma avaliação mais profunda e mais exigente das atividades experimentais em todo seu “conteúdo, conceito e procedimentos metodológicos” (DEL POZZO, 2010, p. 142).

Outro trabalho aqui descrito foi realizado pelos autores Güllich e Silva (2013), que iniciam o artigo expondo suas contribuições e de demais autores acerca da posição que o livro didático tem tomado no ensino de ciências. Sua colocação como único e essencial acaba por tornar tanto o professor quanto todo o processo de aprendizagem presos ao recurso. Os professores, ao apresentarem concepções acerca de práticas pedagógicas que centralizam o LD, contribuem para a permanência de uma visão que o assemelha a um manual que determina as ações do professor e do aluno no ensino de ciências.

Foi um trabalho de análise documental de 10 livros didáticos de Ciências do ensino fundamental de variadas séries e que foram avaliados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Os livros escolhidos foram os utilizados pelos professores e alunos nos

¹² AMARAL, I. A.; **Conhecimento formal, experimentação e estudo ambiental**. Revista Ciência e Ensino, Campinas, n. 3, p. 10-15, 1997.

últimos 5 (cinco) anos que antecederam a pesquisa e em uma primeira etapa foram categorizados a partir de uma análise temática dos conteúdos neles abordados.

Como principal observação dos autores sobre todo o material de análise tem-se a presença de uma concepção reproducionista da ciência. Essa constatação pode ser feita principalmente ao analisar as práticas experimentais que apresentavam com muita frequência expressões de reprodução procedimental, como “repita o procedimento”, “pegue”, “coloque”, “acrescente”, entre outras citadas por Güllich e Silva (2013, p.159).

Foi também observada por estes autores uma visão tecnicista para as atividades, visto que os autores dos livros didáticos analisados traçam um único método de trabalho científico quando propõem a experimentação de modo a observá-la como uma comprovação de enunciados e conceitos relacionados à ciência.

Na percepção dos autores, falta uma aproximação das atividades, exemplos e textos do livro aos avanços e descobertas da atualidade, o que favorece a continuidade de um padrão tradicional do ensino de ciências.

Não há no artigo uma defesa da exclusão do livro didático do processo de aprendizagem, mas observa-se a possibilidade de sua utilização no sentido de mediar o trabalho docente no ensino.

O artigo de Kupske, Hermel e Güllich (2014) inicia trazendo a influência e a forma de utilização do livro didático no ensino. Os autores atentam o leitor para a orientação do Guia do Livro Didático ao propor sua utilização como uma ferramenta ao processo de aprendizagem, tendo assim a possibilidade de ser trabalhado juntamente com outras fontes. Nesse momento os autores ainda alertam para a difícil tarefa de escolha do LD pelo professor, necessitando este estar preparado para realizá-lo.

Com ênfase na experimentação em livros didáticos de Ciências do PNLD de 2011, no trabalho faz-se uma análise documental de exemplares do 6º ao 9º ano e posteriormente os categoriza sob os enfoques pedagógico (caracterizados por Cognitivo, Procedimental ou Motivacional) e metodológico (Demonstração, Verificação ou Descoberta).

Em seguida as atividades experimentais são analisadas e classificadas de acordo com a concepção de experimentação proposta por Roque Moraes¹³ no trabalho “Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas”, delineando-as em *demonstrativas, empirista-indutivista, dedutivista-racionalista e construtivista*.

¹³ Leitura dos autores a partir do capítulo escrito por Rosito na obra organizada por Moraes na seguinte referência: ROSITO, B. A. O ensino de ciências e a experimentação. In: MORAES, R. (Org.). **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 195-208, 2008.

Como resultado, os livros analisados apresentaram quantidade significativa de atividades experimentais, das quais na categorização uma maior quantidade delas foi classificada metodologicamente como *verificação*, ou seja, têm por objetivo atestar e corroborar os conceitos anteriormente trabalhados.

Ainda foi constatada pelos autores a presença de atividades nas quais os alunos devem seguir procedimentos já estabelecidos e saber manipular equipamentos, o que os levou a inferir sobre o não desenvolvimento de um pensamento reflexivo do aluno. Entretanto, também foram encontradas atividades que proporcionam a interação entre os alunos e que viabilizam a interdisciplinaridade, sendo, portanto classificados pelos autores quanto ao enfoque pedagógico como *motivacionais*.

Ao proporem a categorização na mesma perspectiva de Moraes os autores perceberam que a maioria das atividades foram classificadas nas concepções *demonstrativa* e *empirista-indutivista*, abordando assim um aspecto tradicionalista da ciência. Em pequena quantidade e ao mesmo tempo as desejadas para serem abordadas nos livros didáticos, encontram-se as *construtivistas* e *dedutivista-racionalista*, caracterizadas pela defesa do pensamento reflexivo levando ao diálogo, ao questionamento.

Os autores refletem como conclusão sobre a importância do professor ao observar atentamente as atividades experimentais presentes nos livros didáticos nas opções de escolha de modo que deixem de perceber apenas o conteúdo neles presente. Assim como para os professores, Kupske, Hermel e Güllich (2014), alertam aos autores dos livros para a importante ação de reanálise das práticas experimentais por eles apresentadas a fim de auxiliar os próprios professores a repensarem sua prática escolar.

Os autores Mori e Curvelo (2014) iniciam com uma pertinente discussão acerca da inicialização do tratamento formal do conhecimento químico na educação básica, especificamente no ensino fundamental. Reforçam ainda a existência de trabalhos já realizados de longas datas que demonstram uma preocupação na inserção desse conhecimento aos alunos dos anos iniciais e finais do ensino fundamental.

Seguidamente, apontam trabalhos que reforçam a abordagem dada aos conhecimentos químicos no ensino de ciências em livros didáticos e em experiências escolares vividas pelos autores por eles citado.

Delimitando a metodologia do estudo, Mori e Curvelo definem o livro didático como o objeto de pesquisa e assim optam por analisar 12 (doze) coleções dos anos iniciais de ciências aprovados no PNLD de 2007. Utilizaram a análise de conteúdo para a proposta de seleção das atividades que envolvem experimentações sob o tema Transformações Químicas.

Como resultado quantitativo, Mori e Curvelo observaram primeiramente a possibilidade de classificar as atividades de forma a definir as que implicitamente envolviam o ensino de Química e as que delimitavam intenção voltada ao ensino desta disciplina. Os autores ainda subdividiram esses dois grupos em 6 (seis) categorias de atividades, a conhecer: *atividades lúdico-recreativas, uso de indicadores e princípios práticos dos fenômenos* (relação implícita ao ensino de Química) e *exemplos de transformações químicas, princípios químicos dos fenômenos e características das transformações químicas* (relação intencional ao ensino de Química).

Acerca do resultado da análise, como esperado pelos autores, para as categorias citadas acima, na ordem, observa-se uma elevação no cognitivo e desta forma, as três últimas não seriam encontradas em número expressivo nos livros analisados, o que de fato ocorreu.

Também foi observado pelos autores que nos livros de 3ª e 4ª série, a quantidade de atividades classificadas como intencionais voltadas ao ensino de Química se apresentou de forma equilibrada, o que sugere aos autores que tal classificação atinge seu valor máximo na 3ª série, se opondo ao ideal de ocorrência de uma progressão do valor máximo, sendo ele atingido nos livros da 4ª série. Continuando, os autores assim definem três perfis, o desejável, mostrando um desenvolvimento progressivo dos conhecimentos ao longo dos anos, o perfil sem evolução, detentor da classificação unicamente implícita do conhecimento químico e um perfil elaborado a partir das pesquisas anteriormente destacadas que define o conhecimento explícito apenas em uma das séries.

Como conclusão, os autores reportam ao idealismo no ensino de Química, devendo este ir além dos métodos tradicionais de ensino que abordam situações complexas e distantes do aluno. Neste sentido, o estudo possibilitou aos autores perceberem a pouca contribuição dos livros didáticos de ciências nos anos iniciais e indicam a necessidade de continuar a discussão acerca do papel da Química no ensino de Ciências.

No trabalho de Izaias, Melo e Pinto (2015) apresentado em evento, as autoras iniciam esboçando a trajetória dos livros didáticos no Brasil atrelado ao desenvolvimento de programas de gerenciamento dos mesmos.

Em seguida abordam aspectos da posição que este recurso apresenta na educação atual, assim como o papel da experimentação no ensino de química e as suas principais concepções pedagógicas.

Como proposta de pesquisa as autoras propuseram uma análise textual em dois livros de Química do ensino médio, sendo um elaborado no contexto acadêmico, Química Cidadã, e outro no meio não acadêmico, Química: meio ambiente, cidadania e tecnologia. A expectativa

das autoras era que atividades experimentais selecionadas para a análise se aproximassem de uma linha *investigativa* em sua abordagem.

O trabalho resultou na oposição de concepções nos dois livros analisados, observando que abordagens tratadas como positivas ao processo de ensino e aprendizagem foram apontadas em grande quantidade no livro construído no contexto acadêmico. As abordagens analisadas foram: a) proposição de um problema; b) identificação e exploração das ideias dos estudantes; c) elaboração de planos de ação; d) experimentando o que foi planejado; e) análise dos dados; f) resposta a pergunta inicial.

Percebeu-se com o trabalho que um dos livros didáticos se aproximou consideravelmente de uma visão *investigativa* das práticas experimentais, enquanto o outro poderia ser categorizado de acordo com um modelo *tradicionalista*. Assim, defendem a necessidade do professor se atentar para o processo de escolha do LD, ação que pode ser facilitada quando há uma boa formação do professor ao ensino de ciências.

Tendo em vista a análise de todos os trabalhos selecionados e acima descritos, algumas aproximações e conclusões podem ser observadas.

Quando especificamos nosso olhar ao ensino de ciências, focando no livro didático, percebemos muitas situações, relatadas pelos autores das pesquisas, onde o material apresenta obstáculos ao aprendizado de ciências. Logo, aspectos como o caráter experimental da Química e suas fundamentações, assim como o entendimento quanto à natureza da ciência, acabam por não atingir a proposta de auxiliar no desenvolvimento cognitivo dos discentes e nem mesmo contribuem para a formação crítica desses alunos. Fato é que muitos livros didáticos podem estar contribuindo para o fracasso no ensino das Ciências Naturais.

Percebemos com o presente estudo uma direção sendo tomada nas investigações sobre a experimentação presente nos livros didáticos de Ciências no Brasil no sentido de contribuir para possíveis melhorias na qualidade deste tipo de atividade. Apesar de poucos trabalhos terem sido encontrados, observa-se que o procedimento metodológico destes privilegia a categorização das atividades nos livros de ciências por meio de uma análise documental. Essas análises acabam por envolver tanto aspectos qualitativos quanto quantitativos, uma vez que os autores optam por escolher uma boa quantidade de obras e assim, conseguem realizar amplas observações das obras.

É perceptível que a cada ano que se faz presente o PNL D e o Guia do Livro Didático para os livros de Ciências, as avaliações acerca das obras se intensificam e auxiliam no refino dos materiais que possivelmente chegarão às escolas. Mas, como muitos autores citam nos

trabalhos analisados, ainda sim é visível uma distância entre o real e o ideal, principalmente quanto a práticas de experimentação.

A qualificação negativa para a experimentação que a grande maioria dos livros carrega, tanto em sua abordagem metodológica quanto em seu teor, não são atuais e não apresentam mudanças significativas ao longo dos 10 anos aqui traçados. Deste modo, com esta revisão foi possível perceber a necessidade de alimentar cada vez mais a pesquisa acerca da contribuição das práticas experimentais nos livros didáticos das Ciências Naturais, necessitando averiguar seu estado de conformidade com as orientações curriculares vigentes no país para que o ensino de Ciências se torne cada vez mais convidativo e significativo para os alunos.

CAPÍTULO 5

METODOLOGIA

5.1 - Etapa 1: O caminho metodologia para a levantamento bibliográfico sobre a experimentação em livros didáticos

Como procedimento metodológico para a busca foram utilizados dois caminhos. No primeiro deles, duas fontes de busca rápida foram utilizadas, o google acadêmico e o portal de periódicos da Capes. O outro caminho percorrido foi a busca separadamente em revistas expoentes na área de ensino de ciências, como *Ciência & Educação*, *Química Nova na Escola* e *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, entre outras, e em bancos de dissertações e teses de universidade do país, como da Universidade de Brasília (UnB) e Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Para ambos os caminhos foi necessário delinear cautelosamente a entrada inicial de pesquisa para, a partir dela, realizar as delimitações em conformidade com o objetivo principal desta revisão de literatura. Desta forma, inicialmente foi utilizado para todas as fontes de busca o termo Experimentação + “livro didático”.

A proposta do presente estudo é conhecer o que se tem pesquisado acerca do tema nos últimos dez anos, de 2006 a 2016, e assim, a restrição temporal já se faz presente desde o início da busca.

A investigação destes trabalhos, que gerou como resultado trabalhos nos formatos de artigos, dissertações e teses, nos forneceu muitos resultados a partir do primeiro termo de busca, sendo assim necessário aplicar algumas restrições, uma vez que muitos abordavam assuntos paralelos ao tema central, como deficiência visual, contexto geral do livro, história da ciência e CTS.

A partir desta etapa, foi necessário realizar mais algumas importantes restrições à pesquisa, por exemplo, quanto ao idioma. Em sua grande maioria, os trabalhos eram descritos nos idiomas português, inglês e espanhol, o que nos fez optar pelos de língua portuguesa, já que nossa proposta foi investigar o livro didático a partir da realidade do país.

Além da restrição anterior, buscamos inserir ao termo inicial de entrada da pesquisa outras palavras-chave, como “ciências naturais” e “ensino de ciências” com a finalidade de aproximarmos ainda mais a busca ao tema de discussão.

O objeto principal desta etapa da pesquisa é o livro didático de Química do ensino médio, especificamente as atividades experimentais presentes nas coleções do PNLEM 2015. Assim, a metodologia consiste em uma abordagem qualitativa, explorando a análise de atividade experimental, procedimento similar ao utilizado para a avaliação das obras no PNLEM a partir de critérios que escolhemos. Tal procedimento metodológico foi aplicado a este trabalho, pois procuramos compreender as atividades experimentais constantes nos livros didáticos quanto a suas estratégias de utilização e não unicamente o texto dessas atividades.

Como relatado ao longo da etapa de revisão da literatura, grande parte dos trabalhos que apresentam como principal ação a análise de atividades experimentais de livros didáticos utilizam como principal caminho a categorização das atividades quanto a concepção epistemológicas e metodológicas apresentada pelos autores das coleções. Optamos por seguir um caminho um pouco diferente destes apresentados, uma vez que a análise que realizamos busca inferir sobre as possibilidades de execução das atividades levando-se em consideração o atual cenário escolar que vivenciamos, principalmente quando focamos o olhar nas escolas públicas do país.

A análise qualitativa se faz importante neste trabalho pois buscamos um olhar para a atividades experimental na perspectiva da interação do aluno com o recurso didático e como este recurso se aplica ao meio escolar. Logo, criamos a possibilidade de interpretação dessa dinâmica no processo de aprendizagem.

Como primeira ação, foi realizada uma leitura do Guia do Livro Didático de Química do PNLEM 2015, dando uma maior ênfase aos itens que tratam dos critérios de avaliação das obras e a resenha das coleções produzidas pelos avaliadores. É importante destacar que nossa análise foi realizada apenas para as obras impressas, visto que o guia apresenta também um suporte de avaliação para as coleções digitais.

Nossa proposta de análise das atividades experimentais se aproxima da avaliação dos livros didáticos realizada no PNLEM e descrita no Guia do Livro Didático como “Ficha de Avaliação da Obra”¹⁴. Nesta ficha estão distribuídos questionamentos (denominados “indicadores” no guia) acerca das obras a serem avaliadas, categorizadas em seis blocos, sendo eles projeto editorial, observância da legislação brasileira, abordagem teórico-

¹⁴ Esta ficha de avaliação é apresentada no Guia do Livro Didático como reprodução do material que os avaliadores recebem para um parecer final da avaliação dos livros didáticos de Química.

metodológica e proposta didático-pedagógica, correção e atualização dos conceitos, informações e procedimentos, manual do professor e como último bloco análise do conteúdo digital.

De todos estes blocos de avaliação, o que mais se aproxima de nosso objetivo para a análise é a abordagem teórico-metodológica e proposta didático-pedagógica. Logo, foi possível traçar um caminho para definir nossos critérios de análise buscando complementar e realizar nossas observações quanto aos indicadores avaliados no PNLEM descritos no Guia do Livro Didático.

Deste modo, para a análise das atividades experimentais, foram criados oito critérios de análise (Tabela 4) contendo Questionamentos Avaliativos (QA) que julgamos como primordiais para entender o espaço da experimentação nos livros didáticos. Tais questionamentos foram criados tendo como base o Guia do Livro Didático elaborado pelo MEC do ano de distribuição dos livros, 2015.

Tabela 4: questionários avaliativos utilizados como critérios de análise.

Código	Questionamento Avaliativo
QA1	Quantas são as atividades experimentais?
QA2	O experimento necessita de um espaço formal (laboratório) para sua execução? Os matérias e equipamentos a serem utilizados são acessíveis?
QA3	São fornecidos cuidados para a execução de práticas perigosas?
QA4	É apresentada uma forma de descarte dos resíduos resultantes da prática?
QA5	A atividade apresenta um questionamento inicial, premissa para uma atividade investigativa? Ao final, a pergunta inicial é retomada para ser respondida?
QA6	O procedimento experimental dá liberdade à construção pelo aluno ou é do tipo “Roteiro Experimental”?
QA7	A atividade tem relação com a vida cotidiana dos alunos?
QA8	A atividade possibilita o trabalho em equipe?

O Guia do Livro Didático 2015 disponível aos professores avaliou e aprovou quatro coleções de Química, contendo cada uma delas três volumes, sendo um para cada ano do Ensino Médio (Brasil, 2014). Selecionamos duas destas coleções (Tabela 5) para a respectiva análise de acordo com a disponibilidade das coleções, totalizando seis livros didáticos.

Tabela 5: coleções selecionadas para análise das atividades experimentais.

Código	Referência das coleções
C1	FONSECA, M. R. M. da.; Química . 1ª edição, São Paulo: Ática, 2013.
C2	ANTUNES, M. T.; Ser protagonista – química . 2ª edição, São Paulo: SM, 2013.

Tais coleções foram selecionadas tendo como base as duas coleções mais distribuídas no ano de 2015 para o eixo curricular Química. Ao final de todo o processo descrito na Figura 2 deste trabalho, o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) publica, por componente curricular, a lista das coleções mais distribuídas no PNLEM do ano corrente. Deste modo, foi possível observar a quantidade de livros de Química, incluindo o livro do aluno e o manual do professor, que foram distribuídos em todo o país. Na Tabela 6 abaixo, transcrevemos de forma adaptada os dados contidos neste documento.

Tabela 6: coleções mais solicitadas do componente curricular Química no PNLEM 2015.

	Título	Tipo	Quantidade por coleção	Nossa categorização
1º	QUÍMICA - VOLUME 1	Aluno	3.075.146	C1
	QUÍMICA - VOLUME 1	Professor		
	QUÍMICA - VOLUME 2	Aluno		
	QUÍMICA - VOLUME 2	Professor		
	QUÍMICA - VOLUME 3	Aluno		
	QUÍMICA - VOLUME 3	Professor		
2º	SER PROTAGONISTA QUÍMICA 1	Aluno	2.337.200	C2
	SER PROTAGONISTA QUÍMICA 1	Professor		
	SER PROTAGONISTA QUÍMICA 2	Aluno		
	SER PROTAGONISTA QUÍMICA 2	Professor		
	SER PROTAGONISTA QUÍMICA 3	Aluno		
	SER PROTAGONISTA QUÍMICA 3	Professor		
3º	QUÍMICA CIDADÃ - VOLUME I ¹⁵	Aluno	1.596.318	Não analisado
	QUÍMICA CIDADÃ - VOLUME I	Professor		
	QUÍMICA CIDADÃ - VOLUME II	Aluno		

¹⁵ SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. et. al. **Química para a nova geração**: química cidadã. São Paulo: AJS, 2ª edição, 2013.

	QUÍMICA CIDADÃ - VOLUME II	Professor		
	QUÍMICA CIDADÃ - VOLUME III	Aluno		
	QUÍMICA CIDADÃ - VOLUME III	Professor		
4º	QUÍMICA - VOLUME 1 ¹⁶	Aluno	543.355	Não analisado
	QUÍMICA - VOLUME 1	Professor		
	QUÍMICA - VOLUME 2	Aluno		
	QUÍMICA - VOLUME 2	Professor		
	QUÍMICA - VOLUME 3	Aluno		
	QUÍMICA - VOLUME 3	Professor		

Assim, para cada volume das coleções C1 e C2 foram aplicados os QA com a finalidade de apreciar como a experimentação vem sendo esboçada nos livros didáticos de química para o ensino médio. Em seguida, vamos observar o que foi encontrado na análise dos LD e realizar a discussão de confronto com a hipótese levantada no início deste material.

5.2 -. Etapa 2: construção da Proposição Didática - PD

5.2.1 – Concepções iniciais sobre a PD

A PD construída nesta proposta constitui-se em um módulo de ensino definidas a partir de situações de vivência. Inicialmente é preciso deixar claro como será feita a escolha das situações de vivência. Assim, para esta proposta, optei por realizar a priori a escolha das situações a serem abordadas nas atividades. Justifico tal definição visto que minha percepção enquanto docente e inserido no ambiente social do município de Araguaína há não muito mais de dois anos contribui para observar os principais costumes da população e os fortes meios produtivos regionais. Logo, as atividades que farão parte da proposta didática terão a pretensão de abranger uma grande parte da turma onde serão aplicadas.

A partir da estratégia tomada de definição das situações de vivência será possível escolher quais serão as substâncias ou materiais mais pertinentes para o desenvolvimento do trabalho, ou seja, a escolha da substância/material partirá da vivência. A título de exemplo, a atividade pecuarista é a principal forma de produção local e econômica no município de Araguaína e uma boa parte dos estudantes da instituição onde leciono têm algum familiar com

¹⁶ Esta coleção apresenta o mesmo título da coleção mais solicitada deste PNLD, mas a obra e os autores são diferentes. Referência da obra: MACHADO, A. H.; MORTIMER, E. F. **Química**. São Paulo: Scipione, 2ª edição, 2013.

vínculos nesta atividade produtiva. Logo, uma situação de vivência dos estudantes possível de ser abordada nas aulas de Química é a atividade pecuarista, apresentando como vivência os “alimentos”. Assim, a escolha de materiais como o leite e a carne seria pertinente à realidade vivenciada por eles. Por este motivo, definimos a abordagem temática “leite” como norteadora de toda proposição didática.

De um modo geral, as atividades experimentais originárias das situações de vivência desta proposição didática têm como público alvo estudantes do ensino médio. Serão três as etapas fundamentais desta proposta: desenvolver um conjunto de atividades constituídas a partir da vivência local dos estudantes; aplicar estas atividades aos meus alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *campus* Araguaína; e avaliar as potencialidades e limites da proposta.

Neste sentido, a abordagem da atividade contempla cinco etapas, sendo elas um questionamento inicial problematizador, um diálogo com a abordagem histórica que envolve o tema da atividade, a execução da prática de vivência, uma conversa com os níveis de representação do conhecimento químico e o retorno ao questionamento inicial para levantar as possíveis respostas. Em todas essas cinco etapas haverá uma forma de avaliação, seja através de respostas a um questionário ou mesmo de discussões dialógicas. Assim, será realizada abaixo uma breve explanação acerca dessas etapas metodológicas.

- 1- A atividade deve iniciar-se com uma pergunta que chame a atenção do aluno e que aflore a curiosidade sobre o tema trabalhado. É importante dar uma atenção especial ao questionamento formulado, pois, ao final do desenvolvimento das quatro primeiras etapas da atividade este questionamento novamente será levantado para o fechamento da atividade.
- 2- A realização das atividades experimentais embasadas nas vivências dos alunos.
- 3- A utilização dos três níveis de representação do conhecimento químico, sendo eles o nível macroscópico, o microscópico e expressão representacional (Figura 4, p. 46 deste material). Tais níveis de conhecimento são abordados por Motimer, Machado e Romanelli (2000).
- 4- A abordagem histórica acerca do tema que perspectiva de Pereira e Silva (2009) pode contribuir principalmente na eliminação de obstáculos no entendimento de determinados conceitos, auxiliar na produção do discurso científico para que os alunos apropriem os conhecimentos e possibilitar um trabalho interdisciplinar que auxiliaria na superação da fragmentação curricular.

- 5- Como última etapa a ser cumprida das atividades propostas está o retorno ao questionamento motivador inicial. Esta etapa tem como principal função o fechamento da atividade, seja ela realizada em uma aula apenas ou em mais interversões. Logo, as discussões realizadas ao longo do desenvolvimento da atividade serão utilizadas como base pelos alunos para que, de forma adequada, consigam responder ao questionamento.

Como último e fundamental ponto a ser discutido neste momento acerca da proposição parte dos seguintes questionamentos: a proposta das atividades foi realmente próxima da vivência dos estudantes? O que deu certo e o que pode ser melhorado? Este então é o momento de avaliar as potencialidades e os desafios da proposição didática.

Acerca desta avaliação da proposição, apresento como instrumento a utilização de um questionário para que os alunos, de forma anônima, respondam após cada atividade experimental de vivência. Tal questionário foi elaborado para que os próprios estudantes envolvidos na atividade respondessem e possibilitassem a produção de um parecer para a proposta através de indicativos qualitativos para suas ações e envolvimento na atividade tanto em nível individual quanto no coletivo (para as etapas das atividades realizadas em grupos), sobre a relevância da atividade para aprender sobre a ciência Química e ainda sobre a ação do professor orientador da atividade.

Assim, destacamos como principal justificativa da necessidade de realizar uma avaliação da proposição a possibilidade de promover uma posterior reorganização metodológica das atividades aplicadas aos estudantes diante de percalços que, naturalmente, venham a surgir. Deste modo, é preciso deixar claro que nossa proposta busca estreitar as relações entre a realidade vivida pelos estudantes e as práticas educativas no ensino de Química nas escolas, como foi discorrido ao longo de todo este trabalho.

5.2.2 - Contexto e participantes da pesquisa

No documento “*Guia Industrial da Federação das Indústrias do estado do Tocantins*”, construído pela FIETO (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO TOCANTINS, 2012), o crescimento no número de indústrias no Estado, onde Araguaína ocupa a segunda colocação quanto ao número de indústrias por município, fez com que o setor industrial

ganhasse espaço frente aos setores da economia tanto do Estado quanto do município de Araguaína. Deste modo, por meio de uma consulta pública de demanda originou-se o Curso Técnico em Biotecnologia Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal do Tocantins, *campus* Araguaína.

Dois arranjos produtivos locais que economicamente vêm destacando Araguaína no cenário estadual são a agricultura e a pecuária. Destacadamente, a indústria do leite, tanto pequenos produtores quanto grandes, vem se destacando no mercado local. Assim, o tema central “leite e produtos lácteos” foi definido como orientador para a produção da proposição didática.

A PD defendida nessa dissertação foi aplicada a uma turma de 25 (vinte e cinco) alunos do terceiro ano do curso técnico em Biotecnologia integrado ao ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *campus* Araguaína. Assim como descrita no Capítulo 3 deste material, ela é composta por atividades experimentais construídas e aplicadas sobre um novo olhar para este tipo de atividade de modo que apresentam como ponto de partida o contexto social, econômico e cultural local.

Para a aplicação da proposição didática foram escolhidos os alunos do curso de Biotecnologia do *campus* Araguaína do IFTO, onde leciono a disciplina Química. Uma turma de terceiro ano foi escolhida pois apresenta em seu currículo a disciplina do componente específico do curso “Análises Físico-Químico”, além da disciplina “Química” como componente básico. Na ementa da disciplina “Análises Físico-Químico” encontra-se a proposta de análises específicas em leites e produtos lácteos, o que proporcionou a abordagem neste espaço com o tema central definido.

Os alunos participantes da pesquisa apresentam idade entre 15 e 17 anos, o que nos leva a necessidade de atenção na produção do material, visto que precisam estar adequados à linguagem próxima do nível de entendimento.

Assim, foram propostos quatro atividades a serem trabalhadas na sequência didática sob os seguintes títulos:

- Atividade 1: Cola de caseína e componentes do leite;
- Atividade 2: Adultrações ao leite;
- Atividade 3: Do leite aos seus derivados; e
- Atividade 4: Conhecendo o processamento do leite.

As atividades apresentam como abordagens as demonstrativo-investigativas, sendo essas realizadas pelo professor e acompanhadas pelos alunos, as investigativas, nas quais os próprios alunos executam e uma atividade de visita guiada.

Ao fim da aplicação destas atividades, os alunos responderam à um questionário com o intuito de avaliar a proposta quanto à suas potencialidades e desafios, como descrito na sequência.

5.2.3 - Procedimentos de coleta de dados

Como proposta para compreender e destacar os pontos positivos e o que devem ser melhorados nas atividades foi proposto um questionário avaliativo para propostas produzidas e aplicadas. Nossa estratégia foi construir um questionário a ser respondido por todos os alunos ao fim das atividades aplicadas.

O questionário de avaliação da proposta de atividade experimental de vivência (Apêndice 1) apresenta em seu corpo perguntas preparadas com uma opção de resposta, com exceção de um questionamento que aborda as possíveis dificuldades dos estudantes no desenvolvimento das atividades. Assim, foi pedido para que os alunos escolhessem uma opção que melhor representasse sua opinião sobre a atividade desenvolvida.

Para a construção das possíveis respostas do questionário, as perguntas são acompanhadas de uma escala Likert, possibilitando o entrevistado precisar sua resposta de acordo com o enunciado da questão (LAVILLE; DIONNE, 1999, p. 183). Sobre este instrumento de coleta de dados estes autores colocam como vantagem a possibilidade de alcançar um grande número de participantes simultaneamente e com as mesmas opções de resposta, permitindo assim uma posterior análise compilada destas respostas.

Também se faz de importante destaque o anonimato dos alunos participantes, permitindo assim respostas sinceras sem a interferência do pesquisador. Sendo assim, não há, propositalmente, nenhum espaço de identificação dos participantes no questionário.

Complementando as sete perguntas do questionário, há uma aberta, ou seja, que não há um padrão de resposta a ser escolhida. Tal questão busca compreender o que os estudantes não gostaram ou o que mudariam na atividade desenvolvida.

Assim, por meio deste questionário, foi possível realizar uma análise das respostas dos estudantes as atividades foram aplicadas e assim, conhecer os resultados da aplicação para

aferirmos sobre as potencialidades da proposta, momento que será descrito em um dos itens do próximo capítulo deste material.

CAPÍTULO 6

RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 - O que encontramos na investigação dos livros didáticos

6.1.1 – Os resultados da análise

Del Pozzo (2010), pautada nas afirmações de diversos autores de referência em experimentação no ensino de Ciências como Amaral¹⁷ e Cachapuz¹⁸, reafirma o importante papel que as atividades experimentais apresentam no ensino das Ciências Naturais, destacando também a necessidade delas estarem inseridas nas aulas para que cumpram com importantes objetivos, como despertar o interesse investigativo, a curiosidade e a participação.

No capítulo anterior (Capítulo 3) descrevemos as questões norteadoras da pesquisa com os livros didáticos e nesta etapa, realizaremos a análise dos e discussão do que foi observado. Neste sentido, como ponto de partida, é importante conhecermos o quantitativo dessas atividades presentes nos LD, questionamento abordado na QA 1 e com seus resultados expressos abaixo (Tabela 7):

Tabela 7: análise das coleções quanto ao QA1, referente a quantidade das atividades experimentais.

¹⁷ AMARAL, I. A.; **Conhecimento formal, experimentação e estudo ambiental**. Revista Ciência e Ensino, Campinas, n.3, p. 10-15, 1997

¹⁸ CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

Código do LD	Quantitativo das atividades experimentais por volume			Total de atividades
	Volume 1	Volume 2	Volume 3	
C1	10	8	4	22
C2	17	18	13	48
Total por volume	27	26	17	70

Um importante ponto que nos chama a atenção neste quadro diz respeito a uma redução na quantidade das atividades experimentais a medida que caminhamos para o volume 3 das coleções, ocorrendo para as duas analisadas. Uma hipótese para a ocorrência deste fenômeno pode ser vista se analisarmos qual tipo de atividade vem substituindo o espaço das atividades experimentais. E de fato para as duas coleções, o volume 3, utilizado pelos alunos do terceiro ano do ensino médio, apresenta um espaço para exercícios de vestibular mais significativo quando comparado aos outros volumes. Deste modo, os autores nos revelam a ênfase dada a um objetivo central da proposta pedagógica e metodológica principalmente no terceiro volume das coleções: preparar o aluno para resolver questões de vestibulares de todo o país.

Cabe também destacar uma observação realizada que não foi relacionada em nenhum dos nossos questionamentos avaliativos, especificamente sobre o momento e o lugar em que as atividades são apresentadas ao longo de um capítulo. Percebemos inicialmente que nas duas coleções analisadas todas as atividades experimentais são apresentadas no sumário de cada volume pelo seu título, tornando a identificação mais fácil para o aluno. Por outro lado, essas atividades se apresentam em um formato gráfico diferente de como são apresentados os conteúdos teóricos, podendo torna-las descontínuas dos aspectos teóricos abordados.

No que tange aos QA2 e QA3, Silva, Machado e Tunes (2010, p. 244) defendem que “[...] há necessidade de se modificar drasticamente o que entendemos por laboratório [...] nessa ampliação cabem como atividades experimentais àquelas realizadas em espaços como a própria sala de aula [...]”. Foi possível observarmos que para a coleção C1 oito dos vinte e dois experimentos necessitam de espaços formais como um laboratório para que sejam executados e desta forma, como analisado no QA3, praticamente todas essas atividades são fornecidos os cuidados necessários para a prática.

Quanto à coleção C2, dezessete experimentos precisam ser executados em um laboratório. Mas o que nos chamou a atenção é que para poucos do total de quarenta e oito

experimentos desta coleção são apresentados os cuidados necessários para a prática, inclusive aqueles a serem executados em laboratórios.

Ainda sobre o QA2, de forma coerente à necessidade de um laboratório, as atividades para tal necessitam de equipamento ou materiais específicos, sendo este resultado apresentado nas duas coleções e de forma equivalente.

Outro resultado da análise, este ainda mais preocupante, foi observado quando as atividades experimentais foram analisadas as luz do QA4. Do total de setenta atividades somadas das duas coleções, apenas treze apresentam uma descrição da destinação final para os resíduos resultantes da prática. Essa importante questão é destacada por Machado e Mól (2008), quando afirmam que as preocupações com questões ambientais devem ser levada à discussão nas aulas experimentais pelos professores, a fim de salientar uma visão responsável na geração e no manuseio de resíduos das práticas.

Ao se pensar na metodologia das atividades experimentais investigativas, Silva, Machado e Tunes (2010) mostram que há possibilidade de se “[...] alcançar resultados mais efetivos no processo ensino-aprendizagem [...]” quando se formula uma pergunta inicial para despertar o interesse e a curiosidade do aluno, de forma que tal questionamento seja retomado ao fim do processo. Tal aspecto foi analisado no QA5.

Na coleção C1, apenas três atividades experimentais são iniciadas com um questionamento motivador, uma vez que para todas essas o questionamento é retomado ao final do procedimento. É importante destacar que no Guia de Livro Didático de Química PNLEM 2015 (Brasil, 2014, p. 32), na seção “descrição” das coleções, a experimentação está sendo apresentada como uma atividade “[...] de fácil aplicação nas escolas de Ensino Médio, com o intuito de promover questionamentos e motivação para continuar aprendendo”, o que de fato não pode ser observado em C1.

Para a coleção C2, onze dos quarenta e oito experimentos apresentam um questionamento inicial, sendo tal questionamento retomado em todas as atividades desta coleção. Desta forma, podemos observar o início de um caminho no sentido de melhoria das atividades experimentais dos livros didáticos quanto ao seu caráter investigativo. Essa perspectiva deve ser observada, pois a proposta de atividades investigativas no ensino das ciências é sugerida pelos documentos oficiais que orientam a formação básica de ciências no Brasil, como nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998).

Através do QA6, constatamos que praticamente todos os experimentos das duas coleções apresentam um roteiro experimental rígido e descritivo. Como observado, nos seis

livros analisados há uma seção específica para a experimentação que se apresenta de forma desconexa com a teoria abordada no capítulo.

Também foi possível observar com este questionamento avaliativo que algumas atividades têm se apresentado como uma forma de ilustrar um fenômeno ou mesmo realizar uma verificação de uma teoria. Aproximando esse resultado da análise à proposição de Güllich e Silva (2013), esse modelo nos mostra uma visão da ciência caracterizada como “cientificismo exagerado”, levando muitas vezes a um desapontamento por parte do aluno quando seu procedimento não ocorre exatamente como descrito pelo livro, podendo tornar a atividade desmotivadora.

É esperada que qualquer atividade realizada no ensino de Química seja interessante para o aluno e, para isso, a aproximação das atividades experimentais ao seu cotidiano pode trazer resultados satisfatórios. Sendo assim, definimos o QA7 para a avaliação deste aspecto. Observando as atividades experimentais da coleção C1, percebemos que essa aproximação ainda está longe de ser realizada, uma vez que dos três volumes, o segundo apresenta apenas duas atividades relacionadas diretamente com o cotidiano dos alunos e o volume três, apenas uma.

Já para a coleção C2, dezenove dos quarenta e oito experimentos exprimem a relação anteriormente citada. Mas é necessário problematizar essa questão, uma vez que em nosso país a dimensão da diversidade cultural e social é muitas vezes esquecida ou não abordada nos livros didáticos, influenciando diretamente na vivência do aluno e no contexto onde a escolar se insere. Desta forma, para este critério avaliativo foi levado em conta a realidade em nosso contexto de trabalho docente, podendo apresentar variações em diferentes espaços de pesquisa pelo país.

Como último questionamento, QA8, avaliamos se as atividades possibilitam o trabalho individual dos alunos e/ou coletivo em sua execução. Como resultado, foi possível observar que há um equilíbrio na quantidade das atividades nas duas coleções acerca deste questionamento, correspondendo uma metade a atividades individuais e a outra para as coletivas.

Atividades individuais têm seus potenciais principalmente quando levamos em consideração que para um mesmo fenômeno observável podem haver diferentes interpretações por parte dos alunos. Ao analisar as possibilidades dos trabalhos em grupos, a troca de experiência entre os componentes através dos conhecimentos prévios e das interpretações acerca da prática experimental podem levar a conclusões e generalizações mais próximas dos objetivos descritos para a atividade.

6.1.2 – Discussões finais acerca da pesquisa

Como primeira discussão acerca da análise realizada dos livros didáticos cabe destacar que o papel da experimentação no ensino das ciências deve estar bem claro ao professor em todo processo de ensino, defendido por Silva, Machado e Tunes (2010) como a possibilidade de articular entre fenômenos e teorias, de modo que o aluno consiga compreender a complexidade da natureza à sua volta através de um pensamento analítico orientado pela teoria.

Ao longo dos últimos anos a avaliação das atividades experimentais nas coleções submetidas aos editais do PNLD tem se aprimorado e levado a níveis de discussões mais profundas. Atualmente, mais detalhes tanto pedagógicos quanto metodológicos dessas atividades são analisados pelo corpo de avaliadores do programa, e isso tem contribuído para uma melhoria destas atividades nas obras. Isso ocorre, pois como os livros e autores se repetem a cada PNLD o *feedback* das avaliações pode ser discutido entre os autores e melhorado a cada edição lançada das obras.

Um exemplo desse passo inicial, no sentido de melhorias das obras, diz respeito a busca de atividades experimentais compatíveis com a realidade das escolas públicas do país, uma vez que a maioria delas não apresentam nenhum espaço tradicional para a realização de práticas experimentais. Percebemos que com o passar dos anos, as atividades experimentais vêm sendo organizada para sua realização em espaços como a própria sala de aula e com a utilização de matérias de baixo custo e de fácil acesso pelos professores e alunos.

Mas em contrapartida, obstáculos clássicos a realização de práticas experimentais vem sendo observados, como a utilização desta atividade com a finalidade de provar uma teoria, ou mesmo tais atividades desconexas das teorias abordadas nos conteúdos.

Percebemos também que muitas atividades experimentais são concebidas pelos autores como um passo a passo a ser seguido, como uma “receita de cozinha”, modelo este que vem sendo a muito tempo criticado por muitos autores. É certo que para uma prática experimental investigativa e segura necessita-se de uma desenvoltura procedimental consistente, mas que não deve ser dado pelo professor ou por roteiros, mas sim oportunizar o aluno quanto a “responsabilidade na investigação” (Borges, 2002, p. 304).

Também se faz importante discutir sobre a abrangência da principal política

relacionada ao livro didático no Brasil. Este recurso vem sendo distribuído nas escolas públicas de todo o país sem levar em conta as atividades produtivas locais. Como já argumentado anteriormente, uma proposta para melhoria na qualidade do ensino de Química nas escolas seria aproximar os assuntos a serem abordados ao ambiente social vivenciado pelos alunos. Contudo, a realidade vivida na cidade de São Paulo, por exemplo, é bem diferente da cidade de Araguaína, no Tocantins, entre outras. Logo, com a intenção de alcançar a todos, os livros acabam por seguir padrões para as atividades experimentais e como nos afirma Borges (2002) acabam se tornando modelos como “receitas de bolo”.

Um motivo para o fato de encontrarmos estas condições nos livros didáticos pode ser levantado quando observamos a principal função do fornecimento do LD nas escolas que é atender a uma função mercadológica pautada no grande volume de venda para todo o país tem favorecido, principalmente, as grandes editoras. A título de exemplo, conforme documento que descreve os valores de aquisição dos livros no PNLEM 2015, apenas nas coleções de Química analisadas neste trabalho, o governo gastou cerca de quarenta e dois milhões de reais. Logo, o mercado dos livros didáticos tem sido um bom aporte para as grandes editoras no país.

As coleções abordadas nesta análise são claramente tradicionais no meio escolar para o ensino de química. Assim, um perfil tradicional para essas atividades pode ser destacado, levando-nos a questionar se nos livros didáticos menos tradicionais o perfil das atividades seria diferente deste analisado.

Sabemos que há uma grande abrangência de programas de políticas públicas voltadas à educação e nelas são envolvidos altos investimentos. Logo, cabe ao professor construir suas estratégias para selecionar o livro didático que mais se aproxima dos objetivos de sua escola e de suas concepções acerca das atividades experimentais, de modo que este material seja percebido como um potencial recurso didático, e não como o único.

6.2 - Resultados da aplicação da proposição didática

Esta etapa da dissertação consiste em relatar como foram as discussões pedagógicas durante a realização das atividades, assim como refletir com relação as potencialidades e os desafios destas atividades enquanto propostas didática para o ensino de Química no ensino médio.

Antes de iniciar a descrição para cada uma das atividades, vale destacar algumas informações gerais acerca da aplicação da PD. Inicialmente, afim de contextualizar os alunos quanto a proposta, foi explicada a intensão da para a realização dessa proposição, assim como foi enunciado o tema a ser trabalhado, o que seria abordado em cada atividade e o cronograma de execução das atividades. Esta etapa foi necessária, pois mediante a grade curricular e o tempo para aplicação foi preciso conversar com outros professores para que as atividades pudessem ser aplicadas. Deste modo, como os estudantes apresentam em sua grade curricular a unidade curricular “Análises Físico-Químico”, foi favorecido um trabalho em conjunto com a docente dessa disciplina.

Vale também destacar que, quanto às discussões acerca das atividades experimentais, houve um diálogo bem interessante com os estudantes visto que no segundo ano do curso foi oportunizada a eles uma disciplina que contribuiu para as discussões dentro tema proposto, sendo ela “Bioquímica”. Por terem cursado essa disciplina os estudantes apresentaram certa facilidade em compreender alguns assuntos discutidos, visto que já conhecem, por exemplo, as estruturas básicas de macromoléculas como proteínas, lipídeos, carboidratos.

Deste modo, passaremos a descrever as ações práticas da aplicação de cada uma das atividades, onde foram captados os áudios das discussões para uma descrição mais fiel nesta etapa.

6.2.1 – Resultados da Atividade 1: cola de caseína e composição do leite

Assim como proposto na Atividade 1, (disponível na Proposição Didática) o tema central da discussão foi em torno dos componentes do leite e uma aplicação prática da extração de um desses componentes, a caseína.

A atividade foi iniciada com algumas perguntas iniciais para conhecer um pouco da experiência da vida cotidiana dos estudantes. Uma característica desta turma que pode ser citada é sua participação nas aulas de Química. É uma disciplina que eles gostam e tendem a ser bem ativos nas discussões. Mas foi perceptível um aumento gradativo da participação dos estudantes na atividade, fato que pode estar associado à diferença quanto ao tipo de atividade experimental que estava sendo realizada.

A partir dos diálogos com os estudantes foram extraídas e escritas no quadro, pelo professor, algumas palavras-chave ou falas para que ao longo de toda a atividade os conceitos e observações propostas na atividade pudessem ser relacionados às suas concepções iniciais.

Nesse contexto, o primeiro questionamento direcionado aos estudantes foi quanto a importância do leite e sua utilização no cotidiano. Foi possível observarmos, pelas falas dos estudantes, a associação criada entre a “importância” e a “composição” do produto. Mas este fato não ocorreu por um acaso, visto que no primeiro momento deste questionamento nenhum aluno se propôs a respondê-la, de modo que foi necessário que o professor complementasse a pergunta: “*O que o leite apresenta em sua composição para ser importante para a sociedade?*”.

Assim, dois estudantes deram as seguintes respostas que são aqui destacadas:

“O leite é importante porque têm cálcio”

“Sei que também tem lipídeos”

Após esta mudança de abordagem os alunos passaram a participar mais desse diálogo inicial, e sentiram-se mais seguros para expor suas ideias. Mortimer e Scott (2002) relatam a “[...] importância central do discurso de professores e alunos na sala de aula de ciências para a elaboração de novos significados pelos estudantes.” (p.283). Argumentam, também, que os professores são capazes de fazer questionamentos que conduzem os estudantes a pensarem e a exporem seus pontos de vista.

Em relação à utilização do leite no dia a dia, um ponto importante foi destacado por um dos estudantes, quando expressou que nossa alimentação depende do leite para “complementação nutricional” (termo utilizado pelo estudante). Deste modo, este estudante inferiu sobre componentes do leite com importante função nutricional que podem não ser encontrados em outros alimentos. Kinalski e Zanon (1997), realizaram experimentos com estudantes da educação básica e muitos acreditavam que o leite era uma substância simples, no entanto, depois de realizarem as atividades problematizadoras foi possível desenvolver a compreensão sobre as substâncias que compõem leite.

Quando questionados sobre a origem do leite, mesmo complementando a pergunta com o termo no plural “[...] citar algumas delas?” a única resposta foi relacionada ao gado. Neste sentido, os estudantes desconsideraram outras fontes provenientes de mamíferos, como por exemplo, cabra e ovelha. Este fato pode estar relacionado a pouca utilização pelos estudantes do leite de outras origens e por isso não foram citadas.

A questão seguinte foi referente a contribuição econômica da produção leiteira para a região. Os estudantes não souberam responder ao questionamento, mas alguns apontaram para o conhecimento da venda de leite cru por pessoas conhecidas, mas de grandes empresas do

ramo do leite eles não conheciam. Nesse sentido, compreendemos a importância do ensino de química ter um currículo mais contextualizado, proporcionando aos estudantes, um ensino voltado para o seu cotidiano e favorecendo a eles terem uma visão mais integrada dos conhecimentos (ZANON; MALDANER, 2007).

Outro questionamento abordado com os estudantes estava relacionado a necessidade de cuidados para o armazenamento do leite, e a resposta de todos foi unânime ao considerarem a necessidade desses cuidados. Deste modo, foi possível observar que os alunos apresentaram a visão de suas experiências cotidianas quanto ao armazenamento incorreto deste tipo de produto. Mas uma importante fala foi colocada por um dos estudantes quanto ao motivo dos cuidados necessário no armazenamento, uma vez que este produto é bastante comum ao público infantil e deste modo deve ser tomado cuidado no manuseio e armazenamento.

O último questionamento, para levantamento das concepções iniciais, abordou o conhecimento dos estudantes quanto aos componentes do leite. Neste sentido, os termos citados pelos estudantes para responderem a este questionamento foram “açúcar” (relacionando-o aos carboidratos) e conservantes. Além disso, um aluno relatou sobre a embalagem do produto como uma forma de conhecer quais são seus componentes.

Assim, a partir dos questionamentos iniciais foi possível perceber que grande parte das respostas elaboradas pelos estudantes relacionam-se diretamente com o seu cotidiano e com os discursos do senso comum, por exemplo, ao definir o leite unicamente como uma boa fonte de cálcio. A intenção é que, ao longo das discussões nesta atividade, aos alunos ampliem seus conhecimentos sobre os constituintes do material leite, assim como terem condições de descrever os principais componentes. Kinalski e Zanon (1997) e Zutin e Oliveira (2007) desenvolveram experimentos com estudantes da educação básica visando discutir quais são as principais substâncias que compõe o leite.

Portanto, a partir das discussões iniciais demos início a atividade experimental, definida nessa Dissertação como “atividade vivencial”. Todo o procedimento experimental foi realizado pelo professor, uma vez que se trata de uma atividade em uma abordagem demonstrativo-investigativa. Partimos de um questionamento inicial problematizador, uma vez que esta estratégia pode ser usada para despertar a curiosidade dos estudantes e instigá-los a se inserirem na atividade, como defendem Silva, Machado e Tunes (2010).

Ao passo que os procedimentos eram realizados pelo professor as discussões acerca dos níveis do conhecimento químico, defendida por Mortimer, Machado e Romanelli (2000), também aconteciam, como descritos a seguir.

Para as observações macroscópicas dos fenômenos que ocorriam algumas falas dos alunos serão citadas por apresentarem relevância para esta discussão. Como primeiro exemplo podemos citar as falas dos estudantes para o procedimento inicial de precipitação da caseína utilizando o limão. Como resposta ao questionamento sobre o que ocorria quando era adicionado o limão ao leite os estudantes já relacionaram esta ação com a diminuição do valor de seu pH, conforme podemos observar na fala de um dos alunos:

“Assim a gente aumenta a acidez do leite e o leite vai talhar!”

Quando questionados sobre a possibilidade de utilizar o vinagre ou outros produtos com o intuito de acidificar o leite a resposta foi afirmativa, de modo que os alunos compreendem que a capacidade de acidificar o meio não está condicionada apenas ao limão, mas a outros produtos e substâncias de caráter ácido, como citado por eles *“a laranja”* e *“o ácido sulfúrico”*, substância que já utilizaram em práticas no laboratório da escola em uma disciplina do curso. Faz-se importantes destacar que quando os alunos começaram a observar a precipitação da caseína o termo *“o leite está coalhando”* foi citado e confirmado por outros, definiram a parte sólida como o *“coalho”* e a líquida como o *“soro”*.

Acerca do processo de separação da caseína e do soro por meio do retalho de pano de prato prontamente os estudantes identificaram a *“filtração”* como a definição do processo. Esta fala nos demonstra a consolidação de um conhecimento já trabalhado ao longo dos anos escolares, como relatado pelos próprios estudantes ao iniciar a demonstração do procedimento.

Questionados sobre o conhecimento da utilização da caseína os estudantes não souberam responder neste momento, mas associaram a possível produção da cola, uma vez que se atentaram ao título desta atividade.

Após a realização do procedimento experimental (que a título de explicação não houve percalços para reproduzi-lo) foram propostos mais alguns questionamentos aos estudantes para embasar as explicações necessárias ao entendimento na interpretação microscópica.

Como primeiro questionamento aos alunos tem-se sobre a classificação do leite como um material homogêneo ou heterogêneo. Em uma resposta uníssona os estudantes afirmavam que o leite poderia ser classificado como um material homogêneo. Complementando a discussão, foi questionado o motivo pelo qual o leite é classificado como homogêneo e a resposta foi referente ao aspecto visual, ou seja, o que eles podem observar. Neste momento foi necessária a intervenção do professor para que fosse conhecido pelos alunos a

classificação heterogênea do leite a ainda na ocasião foi apresentada uma tabela indicando os principais componentes do leite vaca. Dentre estes componentes, em especial, foi apresentada outra tabela, agora, para apresentá-los as principais proteínas do leite.

Para compreender microscopicamente a relação entre o aumento da acidez do leite utilizando o limão e a precipitação da caseína os alunos foram questionados sobre a função do limão no experimento. Como resposta, um dos estudantes propôs que a partir do que foi observado no procedimento “*o limão faz a caseína ficar sólida*”. Para complementar a discussão os alunos foram questionados sobre como a caseína se encontra no leite e eles informaram que ela estaria de forma diferente da gordura, associando assim a gordura como a substância responsável pela classificação heterogênea do leite.

Os estudantes também foram questionados sobre a necessidade de adicionar o bicarbonato de sódio para a obtenção da cola. Os estudantes não souberam explicar e assim foi necessário explicar aos estudantes a importância da formação do caseinato de sódio, substância responsável pela propriedade adesiva da cola.

Para concluir a etapa da atividade de vivência, abordando os aspectos da expressão representacional para o fenômeno observado. Foi apresentado e discutido com os estudantes os modelos representativos para a reação química da forma micelar da caseína solvatada por água é desestabilizada pela adição de ácidos, tornando assim a micela de caseína insolúvel e precipitando com o decorrer da reação (a reação aqui descrita está presente na atividade 1 da PD).

Dando continuidade a atividade 1, agora como proposta para a segunda aula da sequência, foi proposto aos estudantes o trabalho do tema por meio da abordagem histórica. Foram trabalhados dois textos dos quais haviam perguntas a serem respondidas e entregue ao professor como forma de avaliação. Foi perceptível uma tendência dos estudantes em extrair exatamente como descrito no texto suas respostas, visto que os tipos de perguntas fomentavam esta prática.

O primeiro texto aborda a utilização da cola de caseína ao longo da história da aviação de guerra e os estudantes foram questionados por escrito sobre as vantagens e desvantagens na utilização de cola de caseína na aviação. Divididos em duplas, a totalidade dos estudantes conseguiu extrair do texto as fundamentais ideias para construção das respostas para este texto, como no exemplo abaixo:

1. A tampa de madeira possui grande vedação e a preparação é de fácil manuseio, ela é recomendada para colar papéis, peças de madeira, era utilizada na construção de pequenos objetos domésticos e na 1ª Guerra Mundial ela foi utilizada na construção de arcações, eram feitas de madeira. Porém, ela, de fonte natural, possui capacidade de absorver umidade, e desmancheia fungos.

Figura 5 – Resposta elaborada pelos estudantes para um dos questionamentos do texto 1 da Atividade 1 da PD.

No segundo texto foram abordadas as mudanças que ocorreram no Brasil na industrialização e comércio do leite, tanto em aspectos econômicos quanto legais. Os alunos foram questionados sobre as ações que contribuíram para a melhoria na qualidade do armazenamento de leite e também sobre as definições das diferentes formas de pasteurização do leite e o momento histórico de sua implementação.

Quanto as ações para a melhoria na qualidade de armazenamento do leite, as mais citadas pelos estudantes foram as embalagens, o tratamento térmico e o transporte do leite, sempre reportando a aspectos históricos, como na resposta abaixo de uma das equipes:

Primeiro, o leite passou a ser engarrafado em frascos de vidro esterilizados, tal maneira proporcionava ao consumidor um produto seguro e com prazo de validade maior que o leite entregue pelos produtores.

Figura 6 – Resposta elaborada pelos estudantes para um dos questionamentos do texto 2 da Atividade 1 da PD.

Acerca das definições dos diferentes processos de pasteurização grande parte dos estudantes cumpriu com o objetivo a ser alcançado com o questionamento e apenas uma dupla não descreveu o momento histórico, apenas o que caracteriza cada um dos tipos de pasteurização. Apresentamos como exemplos as respostas dadas por uma das equipes, uma vez que foi a única equipe a destacar as resposta na forma de itens, onde as demais definiram na forma textual:

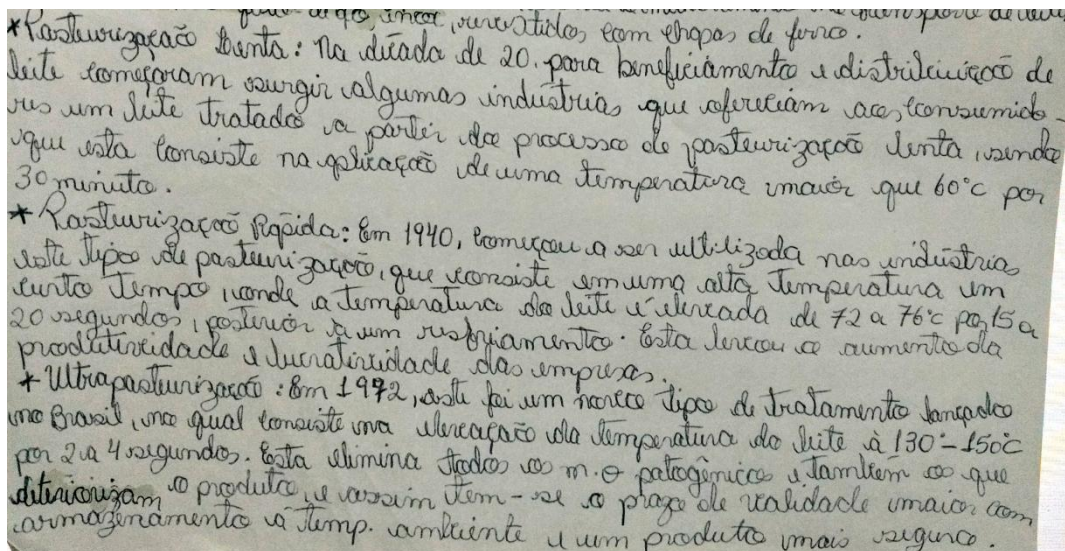


Figura 7 – Resposta elaborada pelos estudantes referente à definição dos três processos de pasteurização do texto 2 na Atividade 1 da PD.

Neste sentido, com todas as etapas até aqui realizadas os objetivos destacados para a atividade 1 foram todos alcançados, de modo que o último passo seria o retorno ao questionamento inicial para consolidação da atividade.

Ao fim do procedimento experimental com a produção da cola foram cedidos a 3 (três) estudantes palitos de madeira para que eles os colassem utilizando o material produzido. Assim, na etapa do retorno ao questionamento inicial os alunos tiveram a oportunidade de verificar a propriedade adesiva da cola e já inferiam que:

“Que legal, ela cola mesmo! Mas acho que se deixar mais tempo fica melhor!”

Esta fala corrobora com todo o procedimento realizado, visto que foi possível verificar a propriedade adesiva e o aspecto da cola semelhante ao que eles já conhecem, mas ainda não era possível concluir de forma clara, pois a cola havia sido usada a pouco tempo. Assim, foi solicitado aos estudantes que acompanhassem até o término do dia o processo de secagem da cola.

Deste modo, finalizamos a atividade 1 desta proposta e passaremos a descrição dos resultados da atividade 2 da PD.

6.2.2 – Resultados da Atividade 2: adulterações ao leite

A proposta desta atividade experimental era apresentar as principais formas de alteração da qualidade do leite, ação configurada como fraude, e descrever os principais processos de identificação das principais substâncias e materiais utilizadas como adulterantes.

Com a finalidade de mostrar aos estudantes a existência de uma conexão da atividade anterior com a Atividade 2, antes de dar início às ações propostas para esta atividade, foi feito um breve resumo, de forma oral, dos objetivos alcançados na Atividade 1 assim como foi destacado os principais conceitos trabalhados em aula acerca da composição do leite.

Assim como realizado na Atividade 1, partimos de um conversa inicial com os estudantes para um primeiro contato com suas experiências cotidianas, realizando-a por meio de questionamentos.

O primeiro dos questionamentos dizia respeito a logística do leite e seus derivados, com o seguinte questionamento: *“Da matéria prima até a chegada ao consumidor, por quantos diferentes espaços e processos o leite e seus derivados passam?”*

Como primeira impressão, comparando com a Atividade 1, os alunos se sentiram mais ambientados com modelo de atividade experimental e assim foi possível perceber uma maior participação deles nas discussões. Um pouco mais além, a abordagem experimental desta atividade também contribuiu para um significativo aumento na participação dos estudantes nas discussões, visto que os próprios estudantes realizariam as ações práticas e não o professor de modo demonstrativo, como na Atividade 1.

Acerca do primeiro questionamento um dos estudantes apresentou a seguinte fala:

“Primeiro ele sai da fazenda!”

Outro estudante complementou a fala anterior:

“Não, primeiro ele sai da vaca!”

Neste momento, na tentativa de fazer com que os estudantes pensem sob seus pontos de vista, como afirmam Mortimer e Scott (2002), o professor interferiu na discussão por meio do seguinte questionamento: *“Primeiro ele sai da vaca, mas só da vaca?”* Em seguida, como resposta, muitos alunos responderam de forma negativa, mas uma das estudantes ainda complementou:

“Eu também sei que tem leite de cabra!”

Ainda complementando, outro estudante realizou a seguinte colocação:

“Também tem de búfala, de soja!”

Mais uma vez, o professor interferiu na discussão com o seguinte questionamento: “Ótimo, temos outras fontes diferente da vaca, mas e o leite de soja? É de origem animal? Qual a origem do leite de soja?”. Os estudantes não souberam responder e assim o professor informou que o produto comercialmente vendido como “leite de soja” é caracterizado como um extrato hidrossolúvel de soja, portanto, não pode ser caracterizado como leite, material originalmente obtido por meio da glândula mamária de mamíferos.

Mas se faz importante destacar que neste momento, o que não ocorreu na atividade 1, os estudantes se reportaram a outros animais fonte de obtenção de leite diferente do gado bovino.

Como retorno ao primeiro questionamento realizado pelo professor, um estudante se reportou a saída do leite da fazenda para uma empresa de processamento do leite, para um possível distribuidor e por fim o consumidor final.

Como segundo questionamento, foi abordada a necessidade do estabelecimento de padrões de qualidade aos produtos em todas as etapas. Os estudantes responderam afirmando positivamente sobre esta necessidade e foram instigados pelo professor a informarem o motivo. Neste sentido, três alunos responderam da seguinte maneira:

“Porque tem muita gente que não faz certo!”

“Para garantir a saúde do consumidor!”

“Mas o leite também depende da qualidade do animal!”

Ainda como questionamento inicial, foi perguntado aos estudantes o que garante a mesma qualidade do leite e dos derivados em todas as regiões do país. Prontamente, um dos estudantes respondeu que deve existir um órgão que cria a legislação para a qualidade do leite. Neste momento, o professor apontou que o tema retornará ao debate com a análise do texto ao final da atividade.

Seguidamente, foi realizado pelo professor o seguinte questionamento: “como se define que um determinado produto está adulterado?”. Uma das respostas concedidas por um dos estudantes foi:

“Ora, quando ele está acima da taxa recomendada pela legislação!”

Logo, houve a necessidade do professor complementar a fala do aluno com outra pergunta: “Mas o quê estaria acima da taxa?”. Assim, outro estudante complementou:

“Pode ser o pH, a quantidade de água, pode ter muitas coisas!”

Outro estudante ainda complementou:

“Tem a ver com a adição de substâncias para disfarçar aspectos negativos, como se ele já está passado!”

Diante da discussão, o professor realiza o questionamento aos estudantes: “Então quer dizer que existem muitas formas de adulterar o leite?”. A resposta foi unânime de forma afirmativa, “sim!”.

Como último questionamento, o professor pergunta se é possível identificar substâncias utilizadas para fraudar o leite por meio de teste. Um dos estudantes, utilizando-se de seus conhecimentos do cotidiano apresentou a seguinte fala:

“Fervendo principalmente! De acordo com os conhecimentos de vovó: meu filho, ferve o leite, se coalhar ele está ruim!”

Este trabalho inicial de levantamento de conhecimentos prévios é de extrema importância para o desenvolvimento da atividade visto que, como define Silva, Machado e Tunes (2010), é uma forma de dialogar com os estudantes para que haja uma reformulação das concepções iniciais e também contribuir para melhorar a capacidade argumentativa dos estudantes.

Dando início a “atividade vivencial”, os estudantes foram divididos em grupos de quatro alunos para a realização das ações práticas. Cada grupo recebeu três amostras onde os testes seriam realizados (Teste A – teste para amido, Teste B – teste para ácido salicílico e Teste C – teste para hidróxido de sódio).

Os estudantes foram orientados para que, antes de iniciarem os testes, reproduzissem a tabela de registro da atividade experimental, indicando qual substância estava sendo utilizada para realizar o teste, qual foi a mudança observada e qual foi o resultado do teste (positivo ou negativo).

As discussões acerca das observações macroscópicas foram realizadas antes das ações práticas para otimizar o tempo da prática e conseguir cumprir com todos os objetivos estabelecidos.

Como exemplo, para o teste do amido, os alunos foram questionados pelo professor sobre o que aconteceria ao leite quando adicionada a tintura de iodo. Alguns estudantes, de forma conjunta, responderam que mudaria de cor. Um dos estudantes apresentou a seguinte resposta:

“Ele vai reagir com o amido e vai ficar roxo”

Quando questionados sobre a resposta que deram ao professor outro estudante informou que já haviam realizado um experimento que envolvia o iodo e o amido. Uma vez que a resposta foi confirmada pelos demais estudantes, foi possível constatar que os princípios do teste já foram abordados em algum momento do curso deles, fato que vem contribuir com as discussões desta atividade.

Os estudantes ainda foram questionados sobre um possível motivo pelo qual o amido é adicionado ao leite. Um dos estudantes propôs a seguinte explicação:

“Como complemento nutricional”

As palavras-chave de todas as respostas dadas pelos alunos foram descritas no quadro e ao longo da atividade foram discutidas nas etapas, seja na interpretação microscópica, expressão representacional ou mesmo na abordagem histórica.

Acerca do teste para ácido salicílico os alunos foram instruídos acerca da especificidade do teste ao ser realizado com o soro do leite, diferente do teste para amido e do teste para hidróxido de sódio. Assim foram também instruídos quanto a substância a ser utilizada para o teste, o cloreto de ferro III.

O primeiro questionamento do professor aos estudantes acerca da observação macroscópica do teste para ácido salicílico foi sobre o que aconteceria ao soro quando o cloreto de ferro III fosse adicionado ao soro do leite. Um dos estudantes respondeu da seguinte forma:

“Vai pegar fogo nessa escola!”

Esta fala do estudante corrobora com uma das crenças dos alunos quanto a realização de atividades experimentais citada por Silva, Machado e Tunes (2010) como “A realização de experimentos que se limitam a apresentação de fenômenos impactantes, tais como explosões, liberação de gases coloridos [...]” (p. 242). É necessário que o professor tome cuidado na elaboração de atividades experimentais para que a própria atividade experimental não venha a dar ainda mais sentido a este pensamento presente nos discursos dos estudantes.

Em seguida, o professor realizou o seguinte questionamento: “Por que é adicionado ácido salicílico no leite?”. Como resposta um dos estudantes prontamente respondeu:

“Para diminuir a basicidade!”

A resposta concedida por este estudante está intimamente ligada às experiências vivenciadas por ele em outros contextos, uma vez que ele iniciou a promoção da articulação do fenômeno com um conceito já aprendido. Isso pode ser confirmado com o complemento de sua resposta anteriormente dada, da seguinte forma:

“Se ele (ácido salicílico) é um ácido é porque o leite deve estar básico”

Quanto ao teste para hidróxido de sódio, os estudantes foram informados que utilizariam para realizar o teste o azul de bromotimol e em seguida um dos estudantes já fez a seguinte colocação:

“Professor, cadê a bureta?”

Neste sentido, foi necessário que o professor reafirmasse aos estudantes que o objetivo das ações práticas desta atividade visava realizar uma análise qualitativa para as substâncias adulterantes e não quantitativas. Os estudantes ainda afirmaram, quando questionados pelo professor, que realizaram uma titulação que utilizavam o azul de bromotimol como indicador. Neste sentido, foi reafirmado que para este procedimento o azul de bromotimol também apresenta-se como um indicador, mas que não será necessário realizar uma titulação pois nos atentaremos aos aspectos qualitativos.

Quando questionados sobre o que iria ocorrer quando adicionado o azul de bromotimol ao material adulterado com hidróxido de sódio, um dos estudantes respondeu que (em seguida confirmado por outros estudantes com base no procedimento experimental que já realizaram em outra disciplina):

“Ele vai mudar de cor... se tiver hidróxido de sódio vai ficar azul”

Em seguida, um o professor realizou o seguinte questionamento:

“O que faz um cara numa indústria adicionar hidróxido de sódio ao leite?”

Um dos estudantes informou que:

“É uma tentativa de fazer um suicídio coletivo, professor!”

Esta afirmação realizada por este estudante levou em consideração apenas uma das categorizações de adulteração, a adulteração intencional, como definida por Bansal et al (2015). Ainda segundo estes autores, as adulterações em alimentos podem ser divididas em quatro categorias: a adulteração intencional, a adulteração não intencional, a contaminação metálica e a contaminação microbiológica. Deste modo, como ação final desta atividade, o vídeo também abordou este tema de forma explicativa aos alunos.

Após as discussões das informações preliminares sobre as observações macroscópicas, os estudantes iniciaram a realização dos testes para, em seguida realizar a interpretação microscópica dos testes.

Com o fim dos testes e conclusão da tabela foi solicitado que os alunos tomassem seus lugares para partirmos para as demais discussões.

Acerca do teste A, o professor realizou o seguinte questionamento aos estudantes: “*O que vocês conseguiram observar?*”. Prontamente, alguns estudantes responderam “*nada*”, enquanto outros responderam que “*ficou azul*”. Este fato pode ser observado visto que na distribuição das amostras algumas foram adulteradas enquanto outras não. Além disso, neste momento o professor explicou aos estudantes que o amido é adicionado ao leite com a função de reconstituir a densidade do leite, densidade esta que é alterada pela adição de água ao material.

Com a finalidade de atingir a expressão representacional foi apresentado aos estudantes uma simplificação da reação de formação do complexo iodo-amido (como descrito na Atividade 2 da Proposição Didática). Assim, os alunos puderam compreender por meio da equação química a interação que ocorre entre o amido e o iodo.

De modo semelhante, para o teste B, foi apresentado aos estudantes o mecanismo de formação do complexo formado entre o ácido salicílico e o ferro III, proveniente da solução de cloreto de ferro III. Assim como ocorreu no teste A, algumas amostras de soro de leite foram adulteradas com ácido salicílico e outras não, assim, os grupos encontraram diferentes resultados nas análises. Para conhecimento dos estudantes, foi explicado aos estudantes que a ação de microrganismos no leite altera sua durabilidade, assim, o ácido salicílico é adicionado com a função de conservar o leite.

Quanto ao teste C, foram apresentadas aos estudantes as três formas em equilíbrio para o azul de bromotimol, sendo eles sua forma protonada (coloração amarela), desprotonada (coloração azul) e neutra (coloração verde). De modo semelhante aos outros testes, foi apresentada aos alunos a função do hidróxido de sódio como substância adulterante: reduzir a acidez ocasionada pela deterioração do material.

Como última etapa das ações práticas desta atividade vivencial, foi apresentada aos estudantes uma tabela informando, além dos materiais aqui trabalhados, os principais tipos de materiais utilizados para fraudar leite e sua função no processo de adulteração.

Por fim, os estudantes tiveram a oportunidade de conhecer, por meio da abordagem histórica, um pouco da origem das adulterações ao leite no país, assim como foi avançando as legislações sobre o controle da qualidade do leite e do combate à fraude. De forma complementar, os estudantes viram o vídeo produzido pelo Ministério Público de Santa Catarina acerca dos procedimentos-padrão para determinação de amostras supostamente adulteradas.

Como forma de avaliação, os alunos responderam no caderno algumas perguntas acerca do texto lido. Na correção, foi perceptível que os estudantes conseguiram extrair as informações presentes no texto, no vídeo e nas discussões, como por exemplo, os principais tipos de adulteração ao leite realizados ao longo da história, também conseguiram perceber que o leite está entre os dois produtos alimentícios mais fraudados entre os anos de 1980 à 2010.

Deste modo foi finalizada a atividade 2, dando espaço para a atividade 3 da proposição didática.

6.2.3 – Resultados da Atividade 3: do leite aos seus derivados

Proposta como mais uma atividade experimental de vivência em que os estudantes realizaram as ações práticas de caráter investigativo, esta atividade apresentou como principais objetivos uma abordagem em torno do tema leite e de seus derivados por meio da produção artesanal de queijo e requeijão, de forma que o aluno pudesse compreender os processos químicos envolvidos na produção, assim como conhecer a origem do requeijão em nosso país.

Para mostrar aos estudantes a necessidade de relacionarem os conceitos trabalhados nas atividades anteriores, antes de iniciar as discussões, foi realizado pelo professor um rápido levantamento dos assuntos já discutidos. Os conceitos abordados nas atividades anteriores não foram novamente elaborados, apenas os objetivos alcançados foram apresentados aos estudantes neste momento.

Assim, como definido na descrição das características dessa proposta de atividade experimental, esta foi iniciada com o levantamento das concepções prévias dos estudantes por

meio de questionamentos problematizadores e as palavras-chave foram sendo extraídas das falas dos estudantes e descritas no quadro. Descreveremos a partir deste momento as discussões realizadas em sala para todas as etapas propostas na atividade.

O primeiro questionamento feito pelo professor buscou o entendimento dos estudantes acerca do termo “derivados do leite”. Espontaneamente e simultaneamente muito estudantes deram exemplos dos produtos como queijo, iogurte e manteiga, mas um dos estudantes formulou a seguinte resposta descrita abaixo:

“É a variação de produtos com matéria prima o leite”

Esta definição dada pelo estudante foi separa das concepções neste material, pois se apresentou como a definição com maior riqueza de informações, visto que o estudante procurou formular uma definição formal a partir do questionamento. Os demais estudantes buscaram responder o questionamento com poucas palavras. Como é o caso da fala de outro estudante, ao definir o significado de “derivados do leite” como “*lactose*”. Diante da concepção elaborada por este estudante, o professor realizou uma intervenção para toda a classe por meio da seguinte pergunta:

“Mas o que é a lactose?”

Diante deste questionamento e na tentativa de melhorar sua definição, o mesmo aluno respondeu ao questionamento:

“É um açúcar que contém no leite!”

Ainda para complementar, o professor apresentou a seguinte intervenção:

“Então você está afirmando que todo derivado (do leite) tem lactose! Ou eu tenho derivado sem lactose?”

Prontamente, o estudante que havia feita a colocação sobre a lactose e alguns outros da turma responderam positivamente “sim!”. De forma complementar, uma das estudantes da turma informou que um de seus familiares só podem utilizar produtos “zero lactose”, por apresentarem problemas de saúde.

Neste sentido, é possível observar que as discussões acerca dos conhecimentos do cotidiano dos estudantes contribuem significativamente para os debates e até mesmo da possibilidade de criação de novas concepções e ressignificação de conhecimentos. Assim como definem Kinalski e Zanon (1997), a relação dialógica entre diversos saberes utilizada

como estratégia no processo de aprendizagem permite a ocorrência da aprendizagem mais significativa para os estudantes, podendo contribuir para a visão do processo escolar como um movimento de passagem de conhecimento do professor para os estudantes.

Outro questionamento realizado pelo professor e direcionado aos estudantes foi acerca da diferença entre os tipos de queijo comercializados por todo o mundo. Um dos estudantes apontou em sua fala “*o processo de produção*”. Outro estudante também colocou “*a origem do leite*” como um fator que diferencia os tipos de queijo. Diante da discussão, o professor informou que mais adiante voltaria a discutir este item com os estudantes e assim, seguiu-se adiante com outros questionamentos.

Seguindo o levantamento das concepções iniciais dos estudantes, o professor questionou se os alunos consideravam como necessário o estabelecimento de padrões de qualidade nas etapas de produção do queijo. Para este questionamento, os estudantes, de forma conjunta, responderam positivamente “*sim!*”.

É importante destacar que neste questionamento da atividade um dos estudantes relacionou os assuntos discutidos e trabalhados nas aulas anteriores com a discussão atual. Em sua fala, o estudante destacou a discussão realizada na atividade 2 quanto aos cuidados e padrões de qualidade para o leite e de forma associativa também destacou a necessidade para o queijo e outros derivados.

Os estudantes também foram questionados acerca dos aspectos que diferenciam o leite do requeijão e como resposta um dos estudantes apresentou a seguinte fala:

“O requeijão deve ser feito da gordura do leite”

Enquanto o professor anotava esta fala no quadro outro estudante também apontou a seguinte concepção:

“O leite está no estado líquido e o requeijão no está sólido”

Em seguida o professor questionou: “Será que o requeijão está no estado sólido?”. Um dos estudantes respondeu de forma positiva: “está!”; enquanto outro estudante também respondeu:

“Parece uma gelatina”

Neste sentido, os estudantes associaram tanto o aspecto visual para diferenciar os dois produtos quanto eu suas percepções táteis, uma vez que complementaram a discussão com a seguinte fala:

“É diferente se você passar o dedo no pote de requeijão e se passar no leite”

Uma vez que as discussões avançavam juntamente com o tempo necessário para realizar a prática o professor optou por partir para a ação prática na atividade vivencial, deixando assim alguns outros questionamentos sem ser explanados.

Antes de iniciar as instruções para a realização da atividade vivencial, o professor expôs aos estudantes o questionamento inicial, de modo que este seria retornado ao final dos procedimentos experimentais.

Como os estudantes foram divididos em quatro grupos a proposta foi definida pelo professor de modo que dois grupos utilizariam o vinagre para a etapa de precipitação da caseína enquanto os outros dois grupos utilizariam o coalho industrial. Os grupos que utilizaram o vinagre para precipitar a caseína não tiveram problemas quanto à execução da prática. O procedimento realizado utilizando o coalho demorou um bom tempo e a precipitação não ocorreu efetivamente com facilidade. Assim, as ações práticas foram concentradas em apenas um grupo produzindo o queijo e o outro grupo produziu o requeijão.

Enquanto os estudantes acompanhavam os preparativos para a prática o professor realizou alguns questionamentos, dentre eles:

“O que vai acontecer quando vocês adicionarem o vinagre ao leite?”

Uma importante discussão surgiu quanto aos conceitos definidos na Atividade 1, principalmente quando um dos estudantes respondeu ao questionamento anterior do professor:

“Ele vai acidificar o meio, alterar a estrutura da caseína e vai precipitar!”

Neste sentido, é perceptível que o estudante compreendeu o processo de desestabilização da micela de caseína em meio ácido abordada na Atividade 1, de modo que apresentou uma resposta elaborada para descrever o processo.

Em seguida, o professor realizou a mesma pergunta anterior, mas agora quanto a utilização do coagulante industrial. Alguns estudantes responderam “não sei” e dentre as respostas dadas pelos estudantes uma delas se destacou:

“Eu não sei... tem que saber se ele é ácido ou básico para falar!”

Para complementar, o professor questionou sobre qual seria a composição do produto e prontamente o mesmo estudante informou que teríamos que observar o rótulo. Assim, foi fornecido aos estudantes o frasco do coagulante industrial para conferirem sua composição.

No sentido de aproximar os conhecimentos do cotidiano com os abordados em sala, um dos estudantes ainda realizou o seguinte questionamento ao professor:

“Professor, nós não vamos precipitar a caseína com sal? Porque esse povo da roça quando faz queijo... ele usa sal, não é não?”

Neste momento, o professor explicou aos estudantes que durante o processo de produção do queijo realmente é utilizado o sal, mas não como substância responsável pela precipitação da caseína. Informou ainda que isso seria discutido posteriormente.

Em seguida, passou-se a etapa de realização das ações práticas e produção do requeijão e do queijo para dar prosseguimento à interpretação microscópica e a expressão representacional.

Como primeiro questionamento aos estudantes acerca da interpretação microscópica o professor se referiu a parte sólida decorrente da ação do vinagre no leite e os estudantes, de forma conjunta, definiram a caseína como a fase sólida após a separação. Ainda questionados sobre a explicação para o processo, um dos estudantes novamente expôs sobre a desestabilização das estruturas da caseína em meio ácido, como ocorre *“quando o leite talha”* (fala do estudante). Com isso, podemos destacar a efetividade das discussões realizadas na atividade 1, assim como foi possível observar a relação estabelecida entre a teoria e o experimento, definida por Silva Machado e Tunes (2010) como o principal papel das atividades experimentais no ensino das ciências.

Acerca da utilização do coagulante industrial, foi necessário o professor explicar o processo enzimático da quimosina responsável pela desestabilização das interações dos grupos fosfato de cálcio com a micela da caseína, ação esta favorecida pelo aquecimento.

Ainda para a discussão acerca da produção de queijo, agora quanto a expressão representacional, foi mais uma vez exposto aos estudantes a reação que define a precipitação da caseína em meio ácido (vide Atividade 1). De forma complementar, foi apresentada aos estudantes uma tabela de Araújo et al (2015) referente aos principais tipos de queijo comercializados e suas características como o leite de origem, durabilidade, textura, tempo de maturação e seu processamento. Ainda dessa tabela, os alunos tiveram a oportunidade de observar que o requeijão é caracterizado pela ciência dos alimentos como um queijo com características específicas, fato também conclusivo por meio dos procedimentos experimentais.

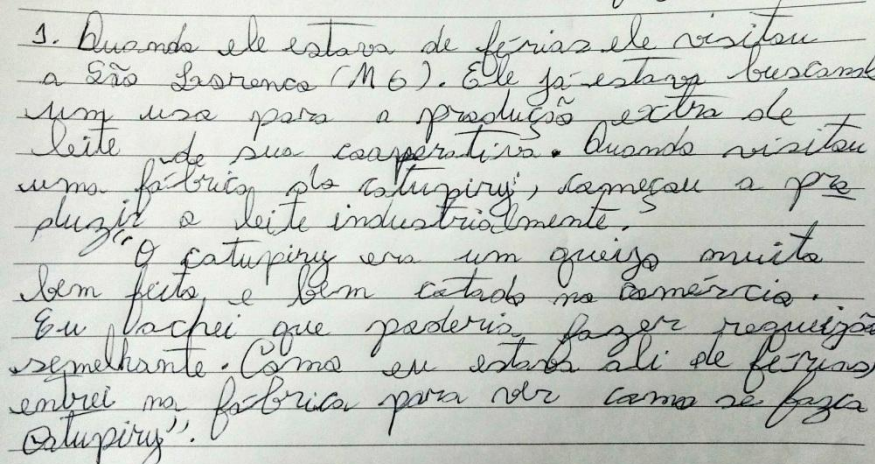
Quanto ao procedimento de produção do requeijão, para a interpretação microscópica, os estudantes foram questionados pelo professor sobre o procedimento de

adição de gordura para a fusão da massa. Os estudantes não souberam responder ao questionamento e assim, foi necessária a intervenção do professor na explicação da adição da gordura no processo de fusão da massa com a finalidade de diminuir a viscosidade do produto final, de modo que a consistência característica do requeijão seja obtida como definida por Rapacci (1997).

Para a expressão representacional, foi trabalhado juntamente com os estudantes dois fluxogramas utilizados para a produção industrial de requeijão cremoso, definidos por Rapacci (1997).

Finalizada a atividade vivencial, passou-se a abordagem histórica acerca do tema da atividade, de modo que os estudantes tiveram a oportunidade de conhecerem um pouco da história de vida do Sr. Moacyr e do início da produção do requeijão brasileiro. O texto refere-se a uma entrevista realizada com esse pioneiro e divulgada como reportagem escrita. Diferente das atividades anteriormente realizadas, para esta não houve tempo hábil para que os questionamentos acerca do texto fossem respondidos em sala de aula e por isso os estudantes foram orientados a realizar a leitura do texto e entregar, na aula seguinte, as respostas das questões elaboradas e descritas na atividade.

Um dos questionamentos a ser respondido pelos estudantes acerca do texto lido remete ao contexto da criação do requeijão elaborada pelo Sr. Moacyr. Grande parte dos estudantes respondeu corretamente à questão proposta, como na figura 8 abaixo:

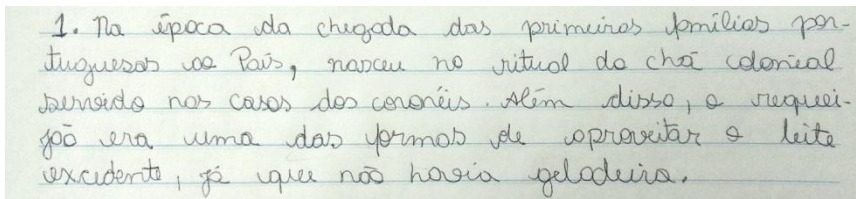


3. Quando ele estava de férias ele visitou a São Lorenzo (MG). Ele já estava buscando uma casa para a produção extra de leite de sua cooperativa. Quando visitou uma fábrica de catupiry, descobriu a produção de leite industrialmente. O catupiry era um queijo muito bem feito e bem catado no comércio. Eu achei que poderia fazer requeijão semelhante. Como eu estava ali de férias, entrei na fábrica para ver como se fazia catupiry".

Figura 8 – Resposta elaborada pelos estudantes referente ao contexto da criação do requeijão cremoso no Brasil do texto 1 na Atividade 3 da PD.

É possível observar que os estudantes pontuaram adequadamente o cenário da criação do requeijão realizado pelo Sr. Moacyr. Mas uma das duplas descreveu apenas a

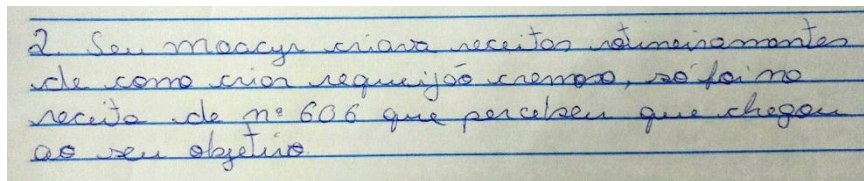
inserção e criação do requeijão convencional no Brasil e não o requeijão cremoso de criação desse brasileiro. Como descrito abaixo na resposta dada pela dupla de estudantes:



1. Na época da chegada das primeiras famílias portuguesas ao País, nasceu no ritual do chá colonial servido nos casos dos senhores. Além disso, o requeijão era uma das formas de aproveitar o leite excedente, já que não havia geladeira.

Figura 9 – Resposta elaborada pelos estudantes referente ao contexto da criação do **requeijão** no Brasil do texto 1 na Atividade 3 da PD.

Outro questionamento abordou o nome dado por Moacyr ao requeijão criado, o 606. Todos os estudantes conseguiram extrair do texto a informação pertinente ao que foi questionado, como na figura 10 abaixo:



2. Seu moacyr criou receitas diferentes de como criar requeijão cremoso, só foi no receita de nº 606 que perceber que chegou ao seu objetivo.

Figura 10 – Resposta elaborada pelos estudantes referente a nome dado ao requeijão criado pelo Sr. Moacyr do texto 1 na Atividade 3 da PD.

Como última e importante etapa desta atividade foi realizado o retorno ao questionamento inicial. Quando questionados antes da atividade vivencial os estudantes levantaram a hipótese de que a produção do queijo poderia ser realizada a partir da gordura do leite, apesar de também já terem observado queijos com aspecto semelhante à caseína precipitada na Atividade 1. Ainda sobre o questionamento inicial, os estudantes não se posicionaram quando questionados se o requeijão é um queijo.

Diante dos mesmos questionamentos, os estudantes afirmaram que a produção do queijo varia de acordo com o tipo de processamento do queijo. Também, de forma positiva, afirmaram que diante dos experimentos realizados o requeijão pode ser classificado um tipo específico de queijo.

Vale ainda destacar que os produtos produzidos não foram consumidos pelos estudantes, uma vez que foi amplamente discutido a necessidade de cuidados especiais com os locais de produção de alimentos e que a sala de aula não seria um local adequado para tal.

Deste modo, os objetivos traçados para esta atividade foram alcançados, assim, passaremos a discutir os resultados da aplicação da última atividade.

6.2.4 – Resultados da Atividade 4: conhecendo o processamento do leite

Com certeza posso aqui afirmar que esta atividade foi a mais esperada e desejada pelos estudantes, a saída de campo para conhecer uma indústria de beneficiamento de leite e derivados. Como descrito na apresentação da proposição didática referente a atividade 4, a saída de campo caracterizada como visita técnica guiada apresenta seu valor como atividade experimental na medida em que deixa de ser aplicada como um mero passeio escolar.

De fato, os estudantes puderam perceber que o trabalho para a coleta das informações referentes às todas as etapas que envolviam o processamento do leite, desde a saída do leite das fazendas até sua chegada ao consumidor, foram muito intensas, exigindo dedicação por parte deles.

Antes do dia da visita agendado junto à empresa, o professor visitou as dependências do laticínio para conhecer mais de perto os meios produtivos assim com saber dos gestores da empresa se haveriam condições de receber a demanda de alunos.

Na ocasião, o gerente industrial afirmou a importância, inclusive para a empresa, do momento a ser realizado com os estudantes e prontamente se dispôs a confirmar a possibilidade com o empresário dono do laticínio. Na ocasião, ainda pode-se definir uma melhor data e horário para ocorrer a visitação. No dia seguinte da visita inicial do professor veio a resposta favorável à realização da atividade e assim, passamos para a etapa da formalização e das informações quanto aos cuidados de conduta e vestimenta.

Foi oficializada a solicitação de visita técnica por meio de um ofício enviado diretamente ao gerente industrial, inserido este como apêndice 2 deste material.

Quando formalizada a solicitação, ocorreu a troca de informações entre a gerência industrial e o professor responsável pela visita. Como a empresa não dispunha de vestimenta adequada para todos nos foi solicitado que os visitantes se apresentassem para a ação

portando jaleco, luva, touca, sapato fechado e calça cumprida, além da não permissão quanto ao uso de acessórios como brinco cordão, anéis e o uso de perfumes.

Os alunos foram orientados pelo professor responsável quanto as orientações, fato que não foi de difícil execução visto que todos já possuíam jalecos individuais e a instituição dispunha dos demais materiais como as luvas e toucas.

Por meio do quantitativo de alunos é necessário que o professor responsável encontre outros profissionais na instituição para auxiliar no acompanhamento dos estudantes durante a visita. Deste modo, outra professora da instituição foi convidada a participar da visita e sua participação foi fundamental no laticínio, visto que esta apresenta formação em Engenharia de Alimentos e já havia contribuiu com a turma em algumas outras atividades experimentais relacionadas ao leite.

Na chegada ao local os estudantes foram recebidos pelo empresário dono do laticínio. Na ocasião, ele apresentou aos estudantes sua história de vida e os caminhos por ele traçados até chegar ao êxito. Em seguida, deu-se início a visita.

Os estudantes foram acompanhados e guiados pelo gerente industrial por toda a visita, com uma duração de uma hora e trinta minutos. A indústria passa por um momento orçamentário delicado e assim não estão a produzir os diversos tipos de iogurte, como produziam antes. Mesmo com o setor e máquinas sem funcionamento foi apresentado aos estudantes os espaços e processos de produção deste produto.

Divididos em quatro grupos, os estudantes foram orientados com dois dias de antecedência acerca do questionário contendo as perguntas-guia correspondentes aos quatro pilares do processo produtivo, descritos por Mansur Lutfi (1988) e reafirmado por Silva, Machado e Tunes (2010): com o que se produz; quem produz; como se produz; para que ou para quem se produz.

Ainda neste sentido, os alunos foram orientados pelo professor quanto a apresentação dos resultados da aplicação do questionário na visita guiada por meio de um seminário para a própria sala.

Quanto ao conteúdo do seminário apresentado pelos estudantes é possível destacar que todos os questionamentos propostos para os quatro pilares foram rigorosamente respondidos pelos estudantes. Os estudantes, quando questionados sobre as dificuldades em montar o seminário para apresentarem para a turma, informaram não ter tido muitas dificuldades, uma vez que a visita foi bem orientada, ficando apenas os conceitos mais teóricos para serem analisados, como por exemplo, os detalhes dos métodos de análise físico-química realizados no laboratório da empresa.

Os estudantes seguiram rigorosamente as orientações para a apresentação e nenhum dos questionamentos ficou sem resposta. Ainda quanto aos aspectos do conhecimento químico, os grupos que estavam responsáveis pela apresentação dos pilares “*Com o que se produz*” e “*Como se produz*” não apresentaram reações químicas envolvidas nos testes de qualidade do leite, mas apresentaram esquemas e fluxogramas para representação das ideias e conceitos acompanhados durante a visita guiada, como demonstrado na figura 11 abaixo:



Figura 11 – Reprodução da planta produtiva apresentada por um dos grupos como resultado da visita técnica guiada.

Quanto a forma em que a visita técnica foi orientada, por meio dos questionamentos elaborados, um dos estudantes apontou a potencialidade dessa estratégia ao citar a facilidade na orientação da visita, como pode ser observado em sua fala:

“Professor, as perguntas me ajudaram a saber o que eu tinha que fazer na visita e pra onde tinha que olhar”

Ainda como parte final da atividade os alunos tiveram a oportunidade de conhecer como o setor produtivo do leite vem se comportando na atualidade e sua evolução desde 1990. Neste sentido, como estratégia didática, o texto foi lido de forma conjunta entre o professor e os estudantes, de modo que em diversos momentos a leitura era interrompida pelo professor para comentários importantes e, na forma de fechamento do trabalho com o tema leite, conceitos trabalhados nas atividades anteriores também eram destacados pelo professor e pelos alunos.

Diante de toda a atividade de visita guiada realizada, desde seus preparativos iniciais pelo professor até o trabalho final de estudo do texto, é possível destacar que os objetivos

traçados inicialmente foram alcançados integralmente. Nesse sentido, concordo com Maldaner, et al (2007) que discutem sobre a importância do ensino estar focado em situações concretas, buscando informações que muitas vezes se apresentam no próprio contexto social.

Estes resultados para a atividade aqui descritos nos mostram que as visitas técnicas, quando elaboradas como uma forma dos estudantes associarem a teoria com os fenômenos e vista não como um mero passeio ou saída da sala de aula, como afirma Silva, Machado e Tunes (2010), têm um grande potencial para cumprir com o papel das atividades experimentais para o ensino das ciências.

6.2.5 – Resultados da aplicação do Questionário Avaliativo para a PD

Até o presente momento foram apresentados os resultados para cada atividade experimental de vivência aplicada aos estudantes. No final do capítulo anterior foi discutido que seria aplicado um questionário, com o intuito de conhecer os aspectos positivos e aqueles que poderiam ser melhorados na proposta na visão dos estudantes que participaram das atividades.

Como já descrito na metodologia, foram 25 (vinte e cinco) alunos participantes das atividades e deste total 22 (vinte e dois) responderam ao questionário avaliativo. Deste modo, passaremos a destacar as respostas dos estudantes no questionário avaliativo.

O primeiro questionamento buscava saber sobre a compreensão das ações pelos estudantes, tanto para as ações descritivas quanto para a facilidade na compreensão pelo papel do professor. Do total de estudantes que responderam 20 (vinte) deles optaram pelos valores 4 e 5 na escala (a escala variava entre 1 e 5), indicando, assim, que tiveram uma boa compreensão quanto a descrição das atividades a serem realizadas. Desses vinte, apenas um deles definiu como intermediária (valor 3) a condução do professor no sentido de favorecer o entendimento. Logo, os demais também atribuíram os valores máximos 4 e 5 para a conduta do docente.

Este tipo de avaliação é importante, pois a partir dela é possível fazer uma avaliação tanto dos aspectos descritivos do material, como os textos abordados e a adequação a linguagem propícia ao entendimento dos estudantes, quanto das ações do professor no suporte conceitual.

De um modo geral, é possível destacar de forma positiva o material elaborado e a dinâmica proposta pelo professor com relação ao item compreensão. Vale destacar que as atividades foram aplicadas a um número pequeno de alunos e assim, as estratégias adotadas pelo professor levou-se em conta este quantitativo de participantes.

A segunda questão da avaliação da proposição didática se referiu a participação do estudante nas atividades, também sendo as respostas divididas em uma escala entre 1 e 5.

A medida do grau de participação nos auxilia a compreender tanto aspectos relacionados a relevância do tema abordado quanto ao interesse dos estudantes pelo tema abordado, cabendo informações complementares para estas definições. Deste modo, foi possível constatar que cinco estudantes definiram como intermediário o seu grau de participação nas atividades, assim como apenas quatro deles definiram o valor máximo para este item.

De forma complementar, mais da metade dos estudantes, treze, optaram por atribuir o valor 4 para seu grau de participação. Pode-se inferir desses dados que grande parte dos estudantes considera que participou ativamente das discussões, mas que sua participação não foi integral.

O terceiro questionamento da avaliação apresentou a peculiaridade de proporcionar aos estudantes mais de uma opção de resposta e ainda um espaço para que fossem citadas as atividades de maior dificuldade e facilidade. Logo, a quantidade de respostas concedidas não corresponde ao total de participantes e as respostas dos estudantes para as opções fornecidas se encontram na tabela 8, como segue abaixo:

Tabela 8: resultados quantitativos quanto as dificuldades encontradas pelos estudantes nas atividades da PD.

Opção de resposta	Quantidade de respostas assinaladas
Tive dificuldade para compreender o que era para ser feito	-
Tive dificuldade para compreender quais seriam as etapas da atividade	1
Tive dificuldade para executar as etapas propostas na atividade	1
Tive dificuldade para compreender a relação entre as etapas da atividade	2
Tive dificuldade para responder as questões propostas	2
Não tive dificuldade alguma	17

Majoritariamente os estudantes destacaram que, de forma geral, não tiveram dificuldades de compreensão, de execução das etapas e das questões a serem respondidas.

Ainda para este item do questionário, foi solicitado que os estudantes respondessem, discursivamente, sobre quais atividades tiveram dificuldades e facilidades, assim como o motivo para tal resposta. Com a finalidade de organizar e compreender a respostas dos estudantes foi realizada a categorização das respostas. Foi possível observar e destacar quatro categorias: *dos que nada responderam*; *dos que responderam não terem tido dificuldades*; *dos que apresentaram não ter tido nenhuma dificuldade e apresentaram a ação de maior facilidade*; e *dos que apresentaram dificuldade e facilidade em uma das ações*.

Do total de questionários respondidos, cinco deles não apresentaram a resposta discursiva, estando esses inseridos na categoria *dos que nada responderam*. Podemos entender que os estudantes deixaram de responder por acreditarem que a resposta anterior era suficiente, uma vez que todos eles escolheram a opção anterior “Não tive dificuldade alguma”.

Quanto a categoria *dos que responderam não ter tido dificuldade* foram cinco questionários assim categorizados. Destacam-se também duas respostas para este questionamento, uma vez que os estudantes confirmaram que não apresentaram dificuldades. Os dois estudantes complementaram suas respostas justificando uma proximidade com o tema definido para a PD, o leite.

Foram quatro questionários respondidos que são categorizados para *os que apresentaram não ter tido nenhuma dificuldade e apresentaram a ação de maior facilidade*. Para esta categorização, foi possível observar dois tipos de respostas descritivas referentes às facilidades encontradas. Um deles referindo-se a facilidade na resolução das questões e o outro tipo quanto às execuções práticas das atividades vivenciais.

Para a última categoria, definida como a *dos que apresentaram dificuldade e facilidade em uma das ações*, encontramos o maior número de questionários, sendo ele oito. Esta categoria nos apresenta um grande interesse, pois nela é possível observar os desafios encontrados pelos estudantes nas atividades. Encontramos diversos grupos de respostas quanto as dificuldades encontradas, sendo elas relacionadas a dificuldade em responder as questões, dificuldade para entender o que era para ser feito na atividade vivencial e dificuldades na atividade de visita técnica guiada.

Dentre estes podemos destacar uma dificuldade encontrada pelos estudantes na atividade 3, onde produziram alguns dos derivados do leite. Como destacado nos resultados para esta atividade, alguns estudantes relataram sobre a dificuldade quanto ao tempo para a

prática. Esta dificuldade está relacionada a diferença do tempo para precipitação da caseína utilizando o vinagre e o coalho industrial comparada ao tempo quando utilizado o limão. Assim, destacamos este importante resultado para que possa ser superado pelos professores que virem a replicar a PD aqui defendida.

Outro interessante discurso dos estudantes estava relacionado a visita técnica, uma vez que não foi possível dividir o grupo de estudantes e uma dificuldade quanto ao nível de ruído em alguns espaços da indústria.

A questão 4 do questionário avaliativo buscava conhecer uma possível relação entre os conhecimentos prévios dos estudantes e a execução das atividades, tanto para a compreensão quanto para atingir os objetivos das atividades.

Foram disponibilizadas 4 possibilidades de resposta para que os estudantes escolhessem apenas uma delas. É de grande destaque que dezoito estudantes escolheram as opções que dão ênfase na importância dos conhecimentos prévios no auxílio para a atividade. Deste modo se faz importante destacar a potencialidade em promover o diálogo entre o que o aluno trás pra sala de aula e os conhecimentos a serem trabalhados pelo professor. Essa ação dialógica, esboçada nesta PD principalmente nas questões inicial contribui para que o estudante consiga se sentir próximo do que será abordado e assim, participar ativamente do processo.

De modo semelhante, a questão de número 5 do questionário buscou compreender se os estudantes observam alguma relação entre o tema proposto para as atividades e o seu cotidiano por meio de suas experiências de vida fora da escola. Além das opções *sim* ou *não* a questão apresenta um espaço para que o estudante descreva o motivo para a escolha de sua resposta. Também nesta questão é conclusivo que muitos alunos perceberam positivamente a relação supracitada, apresentando um número de dezoito estudantes.

Como justificativa, a maioria dos que optaram pelo *sim* esboçaram a relação pautada exclusivamente no consumo. Há de se destacar que alguns dos estudantes relataram já terem visto alguns dos processos discutidos, como a produção do queijo. Apesar desta relação observada, foram encontrados três questionários em que os alunos não conseguiram observar a relação das atividades com o cotidiano.

O sexto questionamento procurou saber sobre o auxílio na conscientização para melhoria da qualidade de vida das pessoas com ampliação das discussões para além da sala de aula, de modo que os estudantes optariam em *sim*, pela importância, ou *não*. De forma complementar foi pedido para que os estudantes também justificassem a escolha.

Para este questionamento apenas um dos estudantes definiu que não considera importante a ampliação da discussão. Deste modo, vinte e um estudantes definiram a opção *sim*, dentre esses apenas três não descreveram o motivo. O discurso mais comum entre os estudantes relaciona-se a consciência quanto ao consumo, de forma que houve uma grande ênfase as possibilidades de fraude ao leite e seus derivados. Também se faz válido destacar outro discurso presente nas respostas indicando que seria interessante se a população conhecesse o processo produtivo dos derivados do leite. Maldaner et al (2007) relatam a importância dos conteúdos estarem relacionados aos contextos vivenciais, pois “[...] o estudante significa e complexifica, sistematicamente, conhecimento disciplinares, reconstruindo seus conhecimentos e reconstruindo a si próprio, nas novas interações” (p.116).

Para finalizar a aplicação do questionário, a questão 7 buscava a impressão dos estudantes quanto a necessidade de se alterar algum ponto na atividade junto da indicação de qual seria essa mudança.

Dos vinte e dois questionários respondidos foram encontrados três tipos de respostas.

Uma delas, realizada por dois alunos, nenhuma informação foi prestada. Neste sentido, podemos inferir que os estudantes consideraram que nada precisa ser modificado nas atividades.

Outro tipo de resposta foi encontrado em quatro dos questionários respondidos. Os quatro estudantes esboçaram a necessidade de mudanças com diferentes justificativas. Uma delas está relacionada ao tempo para a realização das ações práticas, fato que pode estar relacionado com a atividade experimental de produção dos derivados. Para outro estudante seria interessante que os estudantes participassem mais ativamente no processo de descoberta do que estava ocorrendo (interpretação microscópica) e também da descrição das reações químicas (expressão representacional). Deste modo, para este estudante, a dinâmica utilizada pelo professor de realizar questionamentos e a partir deles realizar as explicações, poderia ser melhor explorada com maior participação dos estudantes. Dentre estes quatro questionários dois chamaram atenção, uma vez que neles os estudantes informaram veemente que a PD deveria ser aplicada em um horário extra, fora do horário de aula, visto que esta estaria atrasando o “conteúdo normal de aula”. A partir dessa informação é possível afirmar que estes estudantes não vêm este tipo de atividade como um modo de aprendizagem acerca dos conhecimentos químicos. Este tipo de discurso vem aparecendo a tempos no meio educacional, discurso este que objetiva o papel da escola e assim das aulas de Química em apenas transmitir conteúdos que serão absorvidos pelos estudantes e utilizados para a realização de exames e vestibulares. O Ensino Médio no Brasil apresenta uma distorção

histórica da prática pedagógica que é voltada para a formação de um aluno passivo, que apenas copiam os conteúdos prontos e os reproduzem nas provas. Os alunos não costumam aceitar quando um professor tentar romper com esse modelo e isso pode ser um obstáculo para as mudanças pedagógicas (MALDANER et al, 2007).

De forma majoritária dezesseis estudantes compreendem que não há necessidade de mudanças na proposta das atividades, sendo este o terceiro tipo de resposta dado neste questionamento.

Em uma visão generalista dos questionários podemos destacar que a PD elaborada e aplicada aos vinte e cinco estudantes apresenta poucos pontos que necessitam de um olhar para adequações. Como observado com a leitura destes resultados, esta PD apresenta potencialidade para ser explorada como atividade experimental para o ensino de Química no ensino médio, uma vez que conseguiu trazer aspectos do cotidiano por meio de um tema próximo dos estudantes, aborda fenômenos facilmente realizados em qualquer espaço e utiliza dos conceitos para explica-los. Assim, a proposição cumpre com o papel para as atividades experimentais no ensino de Química defendido nesta Dissertação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de Ciências Naturais do Ensino Médio nas escolas brasileiras repete procedimentos pedagógicos que não tem apresentado melhoraria na aprendizagem dos alunos. Ainda é perceptível nas instituições de ensino o desinteresse de muitos jovens quando o assunto é aprender sobre, por exemplo, Química ou Física.

Em contrapartida, uma aproximação das escolas com as universidades por meio de projetos de intervenção ou mesmo por programas apoiados pelo governo, poderiam auxiliar na melhoria nos processos de ensino e aprendizagem tanto para os docentes quanto para os estudantes dessas instituições envolvidas. Nesse contexto, a construção de materiais didáticos para o ensino, como no caso dessa Dissertação que apresentou uma proposição didática para a realização de atividades experimentais de vivência, podem um maior envolvimento dos alunos com as ciências.

Como parte da pesquisa desta dissertação, foram analisadas atividades experimentais nos livros didáticos de Química do PNLD 2015. É perceptível que muitos obstáculos para a prática da experimentação ainda estão presentes nas coleções analisada. A realidade do ambiente onde os estudantes estão inseridos não tem sido um fator levado em consideração pelos autores e editoras das coleções. Uma justificativa para tal situação perpassa o alcance do programa de distribuição dos livros, uma vez que o mesmo material deve ser utilizado por alunos de todas as regiões do país e assim, as condições regionais não são abordadas nestes materiais.

Neste sentido, como PD, apresentamos neste material uma sequência de atividades experimentais construídas e estruturadas a partir de temas que se aproximam do contexto local do município de Araguaína, Tocantins. Com a aplicação da PD foi possível conhecer suas múltiplas potencialidades, como por exemplo, possibilitar o estudante a se sentir mais ativo no processo de aprendizagem quando em muitos momentos questões do seu cotidiano são levantadas como ponto inicial das discussões. A sequência estrutural apresentada nas atividades também pode ser levantada como um importante ponto para que tais atividades apresentassem um caráter investigativo e de maior significância às atividades experimentais.

Deste modo, esta proposta de trabalho que acabo de descrever apresenta potencialidades que podem vir a contribuir para uma mudança no quadro e na visão da ciência

Química pelos estudantes, ao passo que é perceptível a mudança de interação dos alunos com o processo de aprendizagem quando comparado a uma aula mais tradicional.

Assim, percebo a necessidade de continuação das discussões que envolvem mudanças curriculares para o ensino de Química de um modo especial na formação inicial desses professores, mas também com a possibilidade de realiza-la no nível de formação continuada. Nesse sentido, acredito que as propostas dos Mestrados Profissionais espalhados pelo Brasil podem contribuir diretamente para auxiliar resoluções os problemas que enfrentamos na educação, isso por meio da proposição didática e das discussões e reflexões teóricas que proporcionam.

Entretanto, é preciso que sejam criadas estratégias para que essas proposições cheguem até os professores, pois muitas vezes os materiais produzidos não atingem diretamente aqueles que se beneficiariam com a ação, os professores e os alunos. Nesse contexto, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – PPGEC – desta universidade (Universidade de Brasília) deu um importante passo ao disponibilizar em seu *site* o Boletim das Produções Técnicas, contendo as proposições didáticas elaboradas pelos discentes do programa. Seria relevante que essa ação seja conhecida por muitos programas de mestrado para a ampliação da ideia de disponibilização destes materiais para os professores das escolas de todo o país.

Espero que este material aqui produzido seja útil e que encoraje professores de escolas de todo o país a discutir e repensar suas práticas pedagógicas, assim como eu fiz. Deste modo, estaremos contribuindo para a formação de nossos alunos nas escolas e cumprindo com nosso papel social na função de educador.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. V.; **Detecção de adulteração em leite: análises de rotina e espectroscopia de infravermelho**. 2013. Disponível em: <https://ppgca.evz.ufg.br/up/67/o/2013_Thamara_Venancio_Seminario2corrig.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2018.

ALVES, D. R.; **Industrialização e comercialização do leite de consumo no Brasil**. In: MADALENA, F. E.; MATOS, L. L.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; Produção de leite e sociedade: uma análise crítica da cadeia do leite no Brasil. Editora FEPMVZ, Belo Horizonte – MG, 2001.

ARAÚJO, W. M. C.; MONTEBELLO, N. P.; BOTELHO, R. B. A.; BORGIO, L. A. **Alquimia dos Alimentos**. Editora Senac-DF, 2015.

BANSAL, S.; SINGH, A.; MANGAL, M.; MANGAL, A. K.; KUMAR, S. **Food Adulteration: Sources, Health Risks and Detection Methods**. Reviews in Food Science and Nutrition, 2015

BASSO, L. D. P. **Estudos acerca dos critérios de avaliação de livros didáticos de ciências do PNL D – período de 1996 a 2013**. XXVI Simpósio Brasileiro de Política e Administração da educação (ANPAE), 2013. Disponível em <<http://www.anpae.org.br/simpósio26/1comunicacoes/LucimaraDeIPozzoBasso-ComunicacaoOral-int.pdf>> Acesso em 17/06/2016.

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. v. 19, n. 3, p. 9-31. 2002.

BRANCO, G. M. R. C. **Atividades experimentais de Química em perspectiva problematizadora: oportunidade de promoção do diálogo entre professora e alunos**. 2012. 151 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação: Programas – PNL D**. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-funcionamento>. Acesso em 27 fev. 2017.

———; Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Guia de livros didáticos: PNLD 2015: Química.** – Brasília: 2014.

———; Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais.** Brasília: MEC /SEF, 1998.

BRASIL, R. B.; NICOLAU, E. S.; CABRAL, J. F.; SILVA, M. A. P. **Estrutura e estabilidade das micelas de caseína do leite bovino.** *Ciência Animal*, 25 (2): 71-80, 2015.

CARVALHO, M. C. M. de; **A construções do saber científico:** algumas posições. In: CARVALHO, M. C. M. de (Org.) **Construindo o saber: metodologia científica – fundamentos e técnicas.** Campinas-SP, Papirus, 1995.

DEL POZZO, L. **As atividades experimentais nas avaliações dos livros didáticos de Ciências do PNLD 2010.** 2010. 150p. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2010.

DELIZOICOV, N. C. **O professor de Ciências Naturais e o Livro Didático.** 1995. 160 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

DRIVER, R., et al. **Construindo conhecimento científico na sala de aula.** *Revista Química Nova na Escola*. n. 9, p. 31-40. 1999.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO TOCANTINS. **Guia Industrial da Federação das Indústrias do Estado do Tocantins** –. FIETO, 2012. Disponível em: <www.fieto.com.br>. Acesso em abril de 2018.

FERNANDES, R. C. A.; MEGID NETO, J. **Modelos educacionais nas pesquisas sobre práticas pedagógicas no ensino de ciências nos anos iniciais da escolarização (1972-2005).** In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC. Florianópolis – SP: VII ENPEC, 2009.

FERREIRA, L. H. et al. **Qualidade do Leite e Cola de Caseína**. Química Nova na Escola. São Paulo, n. 6, p. 32-33, 1997.

FORTUNA, L. A. P. **Estudo da estabilidade da micela de caseína em leite estável e instável não ácido**. Tese de Doutorado (146 f.) Universidade Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2015.

GALIAZZI, M. do C.; GONÇALVES, F. P. **A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química**. Química Nova, 27.2, 326-331, 2004.

GARRUTI, D. S.; BRITO, E. S.; BRANDÃO, T. M.; UCHÔA Jr, P.; SILVA, M. A. A. P. **Desenvolvimento do perfil sensorial e aceitação de requeijão cremoso**. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, 23(3), 434-440, 2003.

GIOPPO, C.; SCHEFFER, E. W. O.; NEVES, M. C. D. **O ensino experimental na escola fundamental: uma reflexão no caso do Paraná**. Educar, n. 14 p. 39-57, 1998.

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

GÜLLICH, R. I. C.; SILVA, L. H. A. **O enredo da experimentação no livro didático: construção de conhecimentos ou reprodução de teorias e verdade científicas**. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 155 – 167, 2013.

HODSON, D. **Existe um método científico?** Education in chemistry, n.11, p. 112-116. Traduzido e adaptado por Paulo A. Porto. 1982. Disponível em <<http://www.iq.usp.br/palporto/AtividadeQuim&SocHodson2012.pdf>> Acessado em abril de 2017,

HODSON, D. **Experimentos em ciência e no ensino de ciências**. . Traduzido por Paulo A. Porto de: Experiments in science and science teaching. Educational Philosophy and Theory, 20 (2), 53-66. 1988. Disponível em <<http://www.iq.usp.br/palporto/TextoHodsonExperimentacao.pdf>> Acessado em abril de 2017,

IZAIAS, R. D. S.; MELO, M. R.; PINTO, M. F. S. **Análise da experimentação em livros didáticos produzido em diferentes contextos.** 8º Encontro Internacional de Formação de Professores (ENFOPE). 2015.

KINALSKI, A. C.; ZANON, L. B. **O leite como Tema Organizador de Aprendizagens em Química no Ensino Fundamental.** Química Nova na Escola, 6, 1997.

KUPSKE, C.; HERMEL, E. E. S.; GÜLLICH, R. I. C. **Concepções de Experimentação nos Livros Didáticos de Ciências.** Revista Contexto e Educação, Ijuí, ano 29, n. 93, 2014.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas.** Porto Alegre: Artmed; Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

LIMA, M. E. C. de C.; SILVA, P. S.; **Critérios que professores de química apontam como orientadores da escolha do livro didático.** Revista Ensaio. Belo Horizonte. v. 12, n. 2, p. 121-136. 2010.

LISBÔA, J. C. F.; BOSSOLANI, M. **Experiências Lácteas.** Química Nova Na Escola Nº 6, 1997.

LUTFI, M. Cotidiano e educação em Química: os aditivos de alimentos como propostas para o ensino de química no 2º grau. Ijuí: Liv. Unijuí Editora, p. 156, 1988.

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

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B.; BAZZAN, A. C.; DRIEMEYER, P. R.; PRADO, M. C.; LAUXEN, M. T. C.; **Currículo contextualizado na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: a Situação de Estudo.** In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A.(Org.); Fundamentos e propostas de ensino de Química para a educação básica no Brasil. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

MAIA, J. de O.; VILLANI, A.; **A relação de professores de Química com o livro didático e o caderno do professor.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. v. 15, n. 1, p. 121-146. 2016.

MARICONDA, P. R.; **Galileu e a ciência moderna.** Cadernos de Ciências Humanas – Especiaria, v. 9, n. 16, jul./dez. 2006.

MEGID NETO; J.; FRACALANZA, H.; **O livro didático de ciências: problemas e soluções.** Ciência & Educação. v. 9, n. 2, p. 147-157. São Paulo: UNESP, 2003.

MORI, R. C. **Análise de experimentos que envolvem Química presentes nos livros didáticos de Ciências de 1ª a 4ª série do ensino fundamental avaliados no PNLD/ 2007.** 2009. 202 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

———; CURVELO, A. A. S. **O grau de participação requerido dos estudantes em atividades experimentais de Química: uma análise dos livros de Ciências aprovados no PNLD/2007.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 12, n. 3, p. 65-86. 2012.

———; CURVELO, A. A. S. **Química no ensino de ciências para as séries iniciais: uma análise de livros didáticos.** Revista Ciência & Educação, Bauru, v. 20, n. 1, p. 243-258. 2014.

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

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. **Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino.** Investigações em Ensino de Ciências – V7(3), pp. 283-306, 2002.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. **O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais.** Revista História, Sociedade e Educação no Brasil, n. 39, p. 225-249. 2010.

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, A. P. B. **A História da Ciência no ensino: diferentes enfoques e suas implicações na compreensão da Ciência.** Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Campinas, 2011.

PEREIRA, C. L. N.; SILVA, R. R. **A História da Ciência e o Ensino de Ciências**. Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais. Edição Especial. 2009.

PERIUS, A.; HERMEL, E. do E. S. **As Concepções de Experimentação nos Trabalhos Apresentados nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Ensino de Ciências (1997- 2011)**. Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia, 2014.

PIRES, M. das G. P.; FERREIRA, L. G.; **O livro didático e a realidade rural**: apontamentos de uma pesquisa. Revista Espaço Acadêmico. n. 117, 2011.

PORTO, C. M.; PORTO, M. B. D. S. M.; **A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 4, 4601, 2008.

PORTO, F. S.; VIVEIRO, A. A; ROTTA, J. C. G. e RAZUCK, R. C. S. R. **Experimentação como estratégia para o ensino de Ciências: reflexões sobre a formação inicial de professores a partir de um projeto no Laboratório de Ensino**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC. Campinas – SP: VIII ENPEC, 2011.

PRADO, L. **Pressupostos Epistemológicos e a Experimentação no Ensino de Química: O Caso de Lavoisier**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2015.

RAPACCI, M. **Estudo Comparativo das Características Físicas e Químicas, Reológicas e Sensoriais do Requeijão Cremoso Obtido por Fermentação Láctica e Acidificação Direta**. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1997.

SÁ, E. S. **Determinação espectrofotométrica de ácido salicílico em produtos dermatológicos**. Monografia ao Curso de Química (38 p.), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

SAVIANI, D. **Formação de professores**: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. Revista Brasileira de Educação. v. 14, n. 40, p. 143-155. 2009.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – TOCANTINS [SEBRAE/TO]. **Diagnóstico da Pecuária Leiteira do Estado do Tocantins 2012/2013**. Editora SEBRAE, 2013.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. **Experimentar sem medo de errar**. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (org). Ensino de Química em Foco. IJUÍ: UNIJUÍ, p. 231, 2010.

TEÓFILO, R. F.; BRAATHEN, P. C.; RUBINGER, M. M. M. **Reação relógio iodeto/iodo com material alternativo e de baixo custo**. Química Nova na Escola, n.16, p.41-44, 2002.

ZUTIN K.; OLIVEIRA, J. K. **Investigando componentes presentes no leite**. Química Nova na Escola, 25, 2007.

APÊNDICE 1

Questionário avaliativo da proposição didática - PD



QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE QUÍMICA

Eu, Samuel Nepomuceno Ferreira, convido-o a responder a este rápido questionário sobre as atividades experimentais desenvolvidas de Química. Este questionário foi desenvolvido para o meu mestrado, em parceria com o IFTO, campus Araguaína, sob orientação da professora Dr.^a Jeane Cristina Gomes Rotta (UnB – Planaltina). Ele será respondido apenas por você, meu aluno, de forma confidencial, ou seja, não deverá conter sua identificação e seu nome não será citado nas publicações que venham a ser feitas após a aplicação do questionário. Assim, reafirmo que não haverá risco algum a partir de sua participação, assim como também nenhum custo. Desde já agradeço pela sua disponibilidade em me ajudar.

QUESTÃO 1: Numa escala de 1 a 5, sendo 1 pouco compreensível e 5 muito compreensível:

1- Para você, a atividade estava descrita de maneira clara e foi possível compreender o que foi pedido?

1

2

3

4

5

2- A condução das atividades pelo professor favoreceu a sua compreensão sobre a atividade?

1

2

3

4

5

QUESTÃO 2: Numa escala de 1 a 5, como você definiria seu grau de participação? Sendo um pouco participativo e 5 muito participativo.

1

2

3

4

5

QUESTÃO 3: Em relação a todas as atividades desenvolvidas, você definiria:

(Obs: para esta pergunta você pode marcar mais de uma opção)

- Tive dificuldade para compreender o que era para ser feito.
- Tive dificuldade para compreender quais seriam as etapas da atividade.
- Tive dificuldade para executar as etapas propostas na atividade.
- Tive dificuldade para compreender a relação entre as etapas da atividade.
- Tive dificuldade para responder as questões propostas.
- Não tive dificuldade alguma.

Cite qual atividade você teve maior dificuldade e maior facilidade e por que?

QUESTÃO 4: Os conhecimentos que você já tinha sobre o assunto lhe ajudaram a compreender a proposta e a atingir os objetivos propostos?

- Sim, pois eu já havia estudado sobre o tema.
- Sim, pois o tema é de um assunto que convivo diariamente.
- Não, pois eu não conhecia nada do tema da atividade.
- Não, pois não houve necessidade.

QUESTÃO 5: Esta atividade tem alguma relação com a sua experiência de vida fora da escola? Explique o motivo de sua resposta.

- Sim
- Não

Motivo: _____

QUESTÃO 6: Você considera que a ampliação das discussões dessas atividade para outras pessoas, poderiam ajudar na conscientização sobre a melhoria na qualidade de vida dessas pessoas?

- Sim
- Não

Motivo: _____

QUESTÃO 7: Na sua concepção, há algum ponto que poderia ser alterado na atividade? Em caso afirmativo, indique qual(is),

Mais uma vez, muito obrigado pela sua contribuição.

APÊNDICE 2

Ofício de formalização da visita técnica guiada à indústria de laticínio



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO
FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUAÍNA
DIREÇÃO-GERAL

Ofício n.º 30/2018 - ARN/REI/IFTO

Araguaína, 8 de maio de 2018.

A Sua Senhoria o Senhor
Jhonny Jacinto Amaral
Gerente Industrial
Original Laticínios Industria e Comércio LTDA
Av. Araguaã, 537 - Bairro JK
77816-040 Araguaína - TO

Assunto: Solicitação de Visita Técnica.

Senhor Gerente,

1. Solicitamos autorização para que 25 alunos do Curso Técnico em Biotecnologia do Campus Araguaína, do Instituto Federal de Educação do Tocantins, realizem uma visita técnica nas instalações da empresa Original Laticínios Industria e Comércio LTDA. Esta visita terá como objetivo possibilitar aos alunos o conhecimento sobre o processo produtivo da indústria e sua importante contribuição para o arranjo produtivo local.
2. Considerando a disponibilidade do local em nos receber, sugerimos o agendamento para o dia 09/05/2018, às 09:00 horas, sob a supervisão dos docentes Samuel Nepomuceno Ferreira e Bárbara Marques Bianchini.
3. Mais informações poderão ser requeridas pelo telefone (063) 3411-0300, falar com Professor Samuel Nepomuceno Ferreira, ou pelo endereço eletrônico: samuel.ferreira@ifto.edu.br.

Atenciosamente,

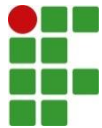
Cristiano Fernandes Mateus
Diretor-geral



Documento assinado eletronicamente por Cristiano Fernandes Mateus, Diretor-geral, em 08/05/2018, às 17:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ifto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 0351870 e o código CRC BC4E44A8.



Rua Paraguai, esquina com Avenida Amazonas
Quadra. 56, Lt 01, Bairro Cimba
CEP 77824-838 Araguaína - TO
(63) 3411-0300
www.portal.ifto.edu.br/araguaina - araguaina@ifto.edu.br

Referência: Processo nº 23237.012409/2018-38

SEI nº 0351870

APÊNDICE 3

A Proposição Didática – PD