



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Gustavo Henrique Gonçalves de Paiva**

**A EXPERIMENTAÇÃO EM QUÍMICA ORGÂNICA ATRAVÉS DE  
LIVROS DIDÁTICOS APROVADOS PELO PNLD 2015**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Brasília – DF**

**1.º/2015**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Gustavo Henrique Gonçalves de Paiva**

**A EXPERIMENTAÇÃO EM QUÍMICA ORGÂNICA  
ATRAVÉS DE LIVROS DIDÁTICOS APROVADOS  
PELO PNLD 2015**

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentada ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada(o) em Química.

**Orientador: Renata Cardoso de Sá Ribeiro Razuck**

**1.º/2015**

## *AGRADECIMENTOS*

Gostaria de agradecer primeiramente à professora Renata por ter aceitado o desafio de me orientar neste trabalho dentre suas inúmeras atividades durante esse semestre. Sei que sou uma pessoa orgulhosa que costuma não pedir ajuda, porém os momentos que precisei de sua ajuda você esteve presente tanto pessoalmente quanto virtualmente.

Agradeço enormemente aos docentes e às docentes da divisão de Ensino do Instituto de Química por terem acreditado em mim e por ter me apoiado durante esses longos anos que estive no convívio universitário.

Agradeço à minha família pelas palavras de incentivo e de conforto. Minha família é grande, porém tenho poucos parentes aqui em Brasília. Gostaria de agradecer especialmente a minha mãe, Ana Lúcia, por sempre me instigar a galgar caminhos novos e me incentivar a entrar no Universo universitário que é um espaço seletivo e para poucas pessoas infelizmente. Agradeço também aos familiares distantes que mandaram energias positivas para que este trabalho fosse concluído.

Agradeço também à minha companheira, Valquíria, por ter me aturado e compreendido nesse período corrido de muita angústia e receio. Obrigado por ter me confortado e por entender que as vezes que não pude estar presente, era devido a este trabalho.

## *SUMÁRIO*

Introdução.....	6
Capítulo 1 – O papel da experimentação no ensino de química.....	8
Capítulo 2 –Análise de experimentos em Livros Didáticos.....	15
Capítulo 3 – Uma Proposta experimental investigativa.....	23
Considerações finais ou conclusões.....	27
Referências .....	29
Apêndices .....	31
Anexos .....	35

## ***RESUMO***

Este trabalho busca analisar a experimentação em sala de aula ou no laboratório de conteúdos de química orgânica de modo a entender sobre essa temática que é pouco evidenciada dentro do contexto escolar.

Esta análise se dará através dos experimentos contidos em livros didáticos aprovados pelo programa nacional do livro didático de 2015 (PNLD 2015) que são: Química Cidadã de Wildson Santos, Gerson Mól e colaboradores; Ser Protagonista de Murilo Tissone; Química de Martha Reis e Química de Eduardo Mortimer e Andréa Machado.

Concomitantemente a essa análise, este trabalho buscará propor alternativas para que haja uma experimentação diferenciada e diversificada no contexto escolar através de roteiros experimentais que podem ser utilizados dentro de sala de aula ou de um laboratório com poucos recursos.

**Palavras-chaves:** Experimentação; Química Orgânica; PNLD

## INTRODUÇÃO

Como estudante, sempre tive uma boa relação com a disciplina de ciência de uma maneira geral, inclusive durante o período em que estive no Ensino Fundamental, no qual gostava bastante da matéria “Ciências”. Escolhi que queria ser químico ainda na antiga oitava série do Ensino Fundamental (atualmente, corresponde ao nono ano). Creio que isso ocorreu devido ao excelente professor de química que tive nessa época e também por ter tido certa afeição pela matéria que fora ministrada.

Ao chegar ao Ensino Médio, descobri mais o mundo da química e fui criando preferências por algumas áreas que considerava mais interessantes. Tive a oportunidade de estudar numa escola que havia um laboratório muito bem equipado e preparado para práticas que dificilmente poderiam ser realizadas fora do ambiente laboratorial. Com isso toda semana tínhamos uma prática no laboratório sobre a matéria que estávamos estudando.

Após a conclusão do Ensino Médio, ingressei na Universidade de Brasília no curso de Química Bacharelado. Manifestei o interesse pela Licenciatura logo no começo do curso e fui cursando matérias da educação e percebendo muitas coisas que acontecem no ambiente escolar.

Coisas que não deveriam acontecer, pois dificultam o aprendizado discente e docente. Percebia que esses problemas não estavam apenas nas escolas, mas também no ambiente Universitário.

Então cada vez mais, percebi a necessidade de uma discussão de fato sobre educação na sociedade. Não me privei de apenas buscar conhecimento nas aulas ministradas, fui atrás de palestras sobre esse tema e participei de rodas de conversa sobre educação. Além disso, participei de um projeto de extensão chamado “E Eu Com Isso?” que debate a educação.

Com o andar do curso, comecei a estudar e discutir mais a fundo o ensino de Química. Cursei matérias como: Metodologia do Ensino de Química; Análise de Experimentos para o Ensino de Química; Análise de Livros Didáticos de Ensino de Química; Evolução de Conceitos de Química, entre outras.

A partir dessas matérias, percebi que o Ensino de Química é muito mais complexo do que apenas escrever uma fórmula na lousa, porém tem-se que buscar uma integração maior entre a ciência e o cotidiano discente.

Evidenciei que uma boa aula não reside apenas em um bom livro didático; uma boa explicação; uma boa prática laboratorial; uma boa contextualização; um modelo diferenciado de ensino. Percebi que o conjunto de tais ações pode e deve tornar o Ensino de Química mais interessante e emancipador.

Uma triste realidade que notei durante as aulas de Análise de Experimentos era que colegas de turma não haviam tido a experimentação durante o Ensino Médio, diferente do que havia acontecido comigo.

Outra percepção que tive fora a falta de experimentos na área de química orgânica nos livros didáticos aceitos no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e principalmente nos que não são aceitos por esse programa governamental.

Devido a toda essa trajetória, decidi que em meu trabalho de conclusão de curso buscaria elaborar uma proposta de ensino de química orgânica com o aporte de atividades experimentais. Para tal, esse trabalho está organizado em um primeiro capítulo, que versa sobre o papel da experimentação no ensino de ciências e de sua importância dentro do processo de construção de conhecimento.

O segundo capítulo abordará como a experimentação é retradada nos livros didáticos de Ensino de Química. No terceiro e último capítulo buscarei propor uma metodologia diferenciada para alguns experimentos contidos em alguns livros didáticos.

## CAPÍTULO 1 – O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Para melhor compreender a experimentação no ensino de ciências, tem-se que observar a sua origem para compreender a realidade desse tópico atualmente. Data-se que a experimentação tenha começado a ser levada em consideração na Universidade de Coimbra no século XVIII, o manifesto abaixo exprime tal acontecimento.

Como as lições teóricas nessa ciência (Química) não podem ser compreendidas, sem a prática delas; deverá o Professor (...) [dar] as lições competentes de prática no Laboratório; nas quais não fará dos seus discípulos meros espectadores; mas sim os obrigará a trabalhar nas mesmas Experiências, para se formarem no gosto de observar a Natureza; e de contribuírem por si mesmos ao adiantamento, e progresso nessa Ciência. A qual não se enriquecem com sistemas vãos, e especulações ociosas, mas com descobrimentos reais, que não se acham doutro modo senão observando, experimentando e trabalhando. O Lente será por isso obrigado a dar por si mesmo aos seus discípulos exemplo do trabalho, e consciência, que se requerem ao Observatório da Natureza. (Estatutos da Universidade de Coimbra, 1772, *apud*. Dias, 1998. p3)

Dessa maneira é visível a percepção da academia de começar a abordar a experimentação como uma necessidade não apenas acadêmica, mas também para a ciência como um todo.

A experimentação chega ao Brasil colônia através da Família Real que necessitava de pessoas qualificadas para manejar as riquezas da Coroa em suas colônias, como a cana de açúcar, pau-brasil e os minérios de ferro, prata e ouro que demandam conhecimentos específicos.

Por isso, Chassot (1996) em seus estudos concluiu que o Conde da Barca por volta de 1817 incentivava docentes a levarem discentes para campos de mineração, produção de metais e utilização de alto-fornos de modo a correlacionar a fundamentação teórica com conhecimentos práticos.

Após a grande interferência de Portugal, o Brasil chega ao status de República que avança um pouco mais com relação à experimentação do que no período do Império, pois por meio da reforma educacional proposta por Benjamin Constant, o Ministro da Instrução da época.

Esta reforma versava sobre a temática da experimentação, segundo o pensamento positivista vigente na Europa de Augusto Comte, influenciara bastante nos moldes de pensamento no Brasil (ALMEIDA JR, 1980, p.55 e 58).



Tal medida ficou registrada num projeto de Lei de 1903 que tramitou no Congresso Nacional, onde as Instituições Oficiais deveriam equipar-se com laboratórios e materiais para que houvesse a prática de ciências de modo assim receber auxílios governamentais como ocorria com o Colégio Dom Pedro II, Ginásio Nacional.

A experimentação galgou caminhos mais específicos na gestão de Washington Luís que em 1920 promulgou uma lei que não apenas relatava da necessidade da prática, mas também de um ensino descaracterizado do famoso “decoreba”:

Nas escolas primárias o método natural do ensino é a instrução, a lição das coisas, o contato da inteligência com as realidades que se ensinam, mediante a observação e a experimentação, feitas pelos alunos e orientadas pelo professor. São expressamente banidas das escolas as tarefas de mera decoração, os processos que apelem exclusivamente para a memória verbal, a substituição das coisas e fatos pelos livros, que devem ser usados apenas como auxiliares do ensino (Art 103Lei Número 1750 de 8 de dezembro de 1920. Apud Almeida Jr, 1980, p.60)

Logo após o projeto de Lei acima, chegou ao Brasil um movimento educacional que fora denominado de Movimento da Escola Nova de acordo com pensamentos de John Dewey, donde se deveria estimular que estudantes produzam o conhecimento ao invés de reproduzir, abarcando- assim- também a experimentação com um viés investigativo.

Mais adiante, surgiram iniciativas para promover mudanças no ensino de ciências no Brasil:

Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (Ibccc); Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (Funbec) e o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino de Ciências (Premen). [...] O Ibccc produzia e adaptava materiais americanos, como também elaborava novos materiais para o ensino de Ciências. Por sua vez, o Funbec era responsável por comercializar os materiais didáticos, elaboradas pelo Ibccc, além de realizar cursos de capacitação para professores de Ciências. O Premen tinha como objetivos produzidos novos materiais didáticos, preparar novas equipes de professores e aperfeiçoar o corpo docente das escolas. (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010, p 232).

Concomitante com essa iniciativa nacional, surgiram outras iniciativas nos EUA e Inglaterra que com o mesmo intuito e a busca do papel discente como mediador do aprendizado, por exemplo: *Chemical Bonding Approach* (CBA) e o Cursos *Nufield* de Biologia, Física e Química.

Atualmente, não há inclinações governamentais de incentivos para a experimentação por meio de programas institucionais, mas há uma tentativa de regulamentação através do PNLEM (Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio) para decidir quais critérios para se avaliar a qualidade de materiais didáticos. Além disso, há o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) que visa à formação inicial de professores.

Desse modo percebe-se que desde o começo do século XX, há uma preocupação para com o ensino de ciências com um enfoque na experimentação. Porém é com grande pesar que se pode dizer que ainda não se atingiu tal intenção de ensinar, haja vista a experiência em sala de aula que tenho e a de muitos/as colegas de graduação. Através dos relatos presentes na introdução deste trabalho, percebe-se que muitas escolas não se atentam às atividades experimentais, pois muitas não possuem laboratórios e as que possuem práticas, são apenas modelos a serem seguidos.

Com isso é evidente a disparidade do discurso com a prática, pois se tem registro em Lei de que se deve abarcar a experimentação nas escolas. Porém o que se evidencia é que o mesmo não ocorre no ensino de ciências possivelmente devido à lógica de ensino voltado para o mercado, nesse caso o vestibular e métodos de ingresso no Ensino Superior.

Por isso se faz mais que necessária a leitura de educadores/ras e pesquisadores/ras da educação que buscam não apenas um enfoque na experimentação, mas também de um pensamento mais amplo da educação, como Paulo Freire, Vygotsky, entre outros/as

Para Freire, como o ensino tem que ser dialógico e não “bancário”, ou seja, não é verticalizado, onde docentes apenas depositam o conteúdo. Há uma relação discente-docente intrínseca, pois docentes aprendem e muito com discentes.

Muito se falou da experimentação nesse capítulo, porém é preciso defini-la de modo efetivo e claro. Sabe-se que a química é uma ciência experimental e que as teorias são uma abstração da realidade e uma tentativa de representar os fenômenos que ocorrem ao nosso redor, portanto o ensino de química deve abordar a questão da experimentação, pois é através da experimentação que se busca representar os processos ao nosso redor. (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010).

Como teorias são abstrações da realidade, tem-se que ter em mente que a ciência não é uma verdade absoluta e possui um caráter estritamente mutável. Desta forma não se pode lecionar, achando que o que está sendo dito é uma verdade absoluta. (MORTIMER, 2010).

Outro mito que se deve buscar romper dentro do ambiente escolar é aquele que cientistas são pessoas não factíveis com a realidade de uma pessoa “normal” e que a realidade da ciência está deveras longe da vivida por discentes. (ALVES, 1981)

A experimentação não é a única estratégia de aprendizagem e deve-se buscar outros métodos didáticos de modo a buscar atender os diversos tipos de estudantes que se tem em sala de aula. Por isso Silva e Zanon (2000) elucidaram um pouco mais sobre a experimentação no ambiente escolar, conforme listado logo abaixo:

- 1- A atividade experimental ser intrinsecamente motivadora;*
- 2- A promoção incondicional da aprendizagem por meio da experimentação;*
- 3- A realização de experimentos que se limitam à apresentação de fenômenos impactantes, tais como explosões, liberação de gases coloridos ou cheiros característicos;*
- 4- Os alunos declaram gostar de ir para o laboratório ou de realizar qualquer atividade experimental;*
- 5- A existência de metodologia criativa e/ou dinâmica nas aulas experimentais, difere das teóricas;*
- 6- A realização de experiências no ensino básico permite o desenvolvimento de atitudes científicas;*
- 7- A experimentação mostra empiricamente como as teorias funcionam.*

Porém, estudos apontam que: apenas ter atividades experimentais no ambiente escolar não são motivadoras por si só, vide que a experimentação como vem sendo abordada com o pré-formato de seguir um roteiro apenas pode ter um efeito contrário.

Os pontos 2 e 3 são complementares, pois não se deve utilizar a experimentação apenas pelo aspecto macroscópico (Mudança de cor, liberação de gases, explosões, etc.) devido ao fato de não se abordar de fato o que a ciência busca que é a representação dos fenômenos.

O ponto 4 está associado ao fato de que estudantes se interessam ir ao laboratório devido ao fato de sair das “quatro paredes” da sala de aula se contrapondo a rigidez opressora com uma movimentação.

Os pontos 5, 6 e 7 já foram um pouco abordados nesse trabalho no que tange a ideia de experimentação como complementação da teoria, criando no imaginário que as teorias teria um *status* superior à experimentação devido ao fato de ter sido elaboradas por “mentes brilhantes” através de deduções complexas sem levar em conta o fator do acaso e da ciência como verdade absoluta não mutável, criando uma alusão de que a ciência é neutra; assertiva; livre de preconceitos e que visa o bem da humanidade.

Por isso, existe a necessidade de se inserir a experimentação de uma maneira efetiva no ambiente escolar de maneira dialógica e simples de modo a se adequar a realidade das escolas públicas e privadas. Assim sendo, se faz necessário buscar práticas que não demandem materiais rebuscados e de um laboratório de fato.

Podemos utilizar em sala de aula diversos tipos de atividades. Destacamos as atividades sugeridas por Silva, Machado e Tunes (2010), a seguir: Existem dois métodos de experimentação que podem ser utilizados em sala de aula ou em laboratório por docentes de acordo com a realidade vivenciada, seja; a complexidade do experimento; falta de laboratório; falta de muitos materiais. Os métodos são denominados: Atividades demonstrativas-investigativas e Experiências Investigativas. (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

As atividades demonstrativas-investigativas consistem em experimentos de certa forma simples que são apresentadas por docentes num momento oportuno dentro das aulas teóricas. “Essa estratégia pode minimizar a desarticulação entre as aulas teóricas e aulas de laboratório, realizadas em horários distintos e sem um planejamento comum” (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p.246).

Desse modo a experiência passa a ter um caráter de interação maior entre discentes e docentes, pois o diálogo acerca do experimento pode e deve ser estimulado. Além disso, os conceitos apresentados acima por Silva e Zanon (2000) acerca da experimentação estão presentes nesse modelo de prática ao se utilizar os termos: observação macroscópica; interpretação microscópica e expressão representacional. Donde a observação macroscópica é o que se observa no experimento, a interpretação microscópica é como a ciência tenta representar esse fenômeno e a expressão representacional é a utilização da linguagem científica como equações, expressões, fórmulas, etc.

Porém não adianta simplesmente experimentar, tem-se que buscar uma dialogicidade com a realidade discente de modo que a ciência deixe de ter esse caráter longínquo da realidade. Por isso se recomenda a utilização das temáticas CSTA (Ciência, Sociedade, Tecnologia e Ambiente) de modo a inserir como o conhecimento influencia nesses quesitos e instigar o debate.

Para melhor compreensão desse método, utilizar-se-á um experimento simples sobre combustão através de uma vela e um copo. Primeiramente, começa-se a prática indagando: O que mantém uma vela acesa? Para gerar o debate entre discentes.

No segundo momento, acenderia uma vela e colocaria o copo de cabeça para baixo tampando a vela. A observação macroscópica é que a vela estaria acesa e depois de colocar o copo, a vela iria se apagar um pouco depois. A interpretação microscópica é que para ocorrer a combustão se necessita de combustível, comburente e faísca, onde a faísca está no isqueiro ou fósforo utilizado para acender a parafina da vela (combustível) e o comburente está no ar na forma de gás oxigênio e que ao se colocar o copo, limita-se a quantidade de oxigênio e por

isso a vela apaga. A expressão representacional seria a equação química da combustão da parafina:  $C_{22}H_{46} + 67/2O_2 \rightarrow 22CO_2 + 23H_2O$ . A interface CTSA se daria ao se abordar o uso de velas antigamente, assim como querosene como fonte iluminação e como a combustão está associada com a matriz energética em conjunto de seus benefícios e malefícios.

O segundo método, experiências investigativas, requer a presença de um laboratório na escola por questões de segurança e materiais. Esse método deve seguir etapas de modo que através de um questionamento se chegue a uma conclusão. Para melhor compreensão desse método, utilizar-se-á a mesma ideia da prática do método demonstrativo-investigativo.

Primeiramente, começar-se-á com uma pergunta para estimular a curiosidade de estudantes (CARVALHO, 2004): “O que mantém uma vela acesa?”.

O segundo momento consiste em debater entre discentes e docentes que hipóteses respondem à pergunta inicial proposta tentando utilizar o que se tem disponível como material no caso da nossa situação-problema que o ar mantém a vela acesa. Após essa etapa, em conjunto, deve-se pensar em experimento(s) para testar as hipóteses que pode ter velas: uma sozinha; outra com um copo vedando; outras com um kitassato invertido com inserção de gases atmosféricos separados (exemplo: oxigênio, nitrogênio, hélio, etc.) e outras ideias que podem surgir na hora da prática. O quarto momento seria o de realizar a prática e anotar de maneira organizada e clara as observações. Nessa parte os docentes devem ter uma preocupação não apenas de como manusear vidrarias caso exista, mas também explicitar que experimentos que não corroborem com a hipótese não devem ser ignorados devido ao fato de serem necessários para a construção científica.

A parte posterior é a de análise dos dados coletados que nesse experimento seria que a vela com o copo se apagaria e a que está sozinha e a com gás oxigênio corroboram com a ideia de que o ar tem alguma substância que mantém a vela acesa, o gás oxigênio. Cabe ressaltar que a mediação docente se faz necessária para catalisar a análise e por fim, discentes responderiam a pergunta inicial concluindo a prática dizendo que o gás oxigênio presente no ar atmosférico mantém a vela acesa e ao cortar esse acesso a vela se apagaria.

Nesse método também é interessante explorar a interface interdisciplinar através de CSTA.

De posse desses métodos, cabe escolher quando e qual utilizar. Recomenda-se a utilização da experimentação num momento primeiro ao se começar um certo conteúdo de modo a fazer com que discentes reflitam em conjunto ou individualmente como explicar

aquele fenômeno, fazendo de fato uma investigação e vivenciando a química como ciência experimental.

Ao se realizar a prática antes de começar com a parte teórica, rompe-se com a lógica que a prática tem como intuito complementar a teoria. Pois já se é sabido que o processo é justamente o inverso, donde a teoria é um complemento da prática. Haja visto que:

Como toda experimentação, ao contrário, ela promove o afastamento do mundo concreto que o homem tem diante de si. Empregá-la como meio de motivar os alunos e facilitar sua aprendizagem pelo suposto fato de que permite concretizar a teoria seria, pois, um equívoco (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 240)

A experimentação não deve ser apenas seguir uma “receita de bolo”, onde se reproduz o que já fora feito por outrem. Tem que se buscar um caráter investigativo e questionador de modo a fazer com que discentes questionem a realidade ao seu redor.

Portanto deve-se buscar roteiros experimentais diferenciados que, por exemplo, podem começar com uma pergunta de modo a já instigar o raciocínio e a crítica de estudantes. Segundo Costa, Trivellato, Romanelli, Marcondes e Schnetzler (1985), a experimentação pode possuir níveis de “diretividade” de acordo com a forma que se apresenta o roteiro de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 1: Níveis de diretividade.

Nível	Problema	Caminhos e meios	Resposta
0	dado	Dado	dado
1	dado	Dado	em aberto
2	dado	em aberto	em aberto
3	em aberto	em aberto	em aberto

Como afirmado por Silva e Zanon (2000), a experimentação não deve caminhar sozinha no processo de aprendizado, deve-se buscar trazer como esse conhecimento fora construído através da história e das sociedades vigentes de modo a se ter uma construção da ciência e desconstrução do método científico como algo estático.

Vale ressaltar que a experimentação pode ocorrer não apenas de maneira *scritu sensus*, algumas temáticas são complexas para se abordar dentro de sala de aula; como por exemplo: radioatividade. Logo, precisa-se buscar métodos alternativos para se experimentar.

Pode-se usar diversas alternativas, dentre elas: Vídeos com o experimento; idas a exposições, museus de maneira guiada; simulações em computadores; Horta na escola; entre outras. (SILVA, MACHADO e TUNERS, 2010).

## CAPÍTULO 2 –ANÁLISE DE EXPERIMENTOS EM LIVROS DIDÁTICOS

Para se ter uma diretriz acerca dos assuntos abordados, o governo brasileiro possui diversos documentos públicos que versam sobre educação, pode-se citar a "Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio" (DCNEM), o "Plano Nacional da Educação" (PNE) e o "Programa Nacional do Livro Didático" (PNLD). Além desses, existem diversos documentos que abordam a questão educacional, sejam a nível fundamental ao superior.

Para este trabalho, utilizou-se o PNLD como documento base para se abordar a questão da experimentação, pois nesse programa: o governo aborda como se deve avaliar e escolher livros didáticos para que sejam utilizados em sala de aula por e pelas docentes da rede pública de educação.

Por isso, o PNLD busca analisar de uma maneira diferenciada e com uma ótica que se distancia da análise única do conteúdo, mas que busca analisar a maneira que tal conteúdo é abordado. Se há contextualização, se há um respeito às diversas diversidades (cultural, étnicas, sexuais e afins), se a diagramação (estrutura do livro) está coerente e bem-feita, se as imagens ilustram bem as situações-problemas.

No caso deste trabalho, busca-se analisar a questão da experimentação e como estão abordadas nos livros didáticos. Por isso, tomou-se como base o PNLD de 2015 que fora confeccionado em 2014.

Primeiramente, o PNLD aborda uma questão histórica sobre o ensino de Química e o que pensadores/as em educação em Química pensam sobre o ensino que culmina nas seguintes premissas centrais em termos educativos:

1. considerar a importância de conceber a Química escolar como fruto de uma seleção de conteúdos na qual os conceitos substância e transformação química são pontos de partida fundamentais;
2. considerar que o conhecimento químico se constitui em dois níveis mutuamente constituídos e interdependentes: construção de evidências e teorização, mediadas pela linguagem, são dimensões presentes no desenvolvimento do pensamento científico em Química. (BRASIL, 2014).

Em sequência, o programa aborda às questões clássicas no ensino de química, como: A história da ciência; a contextualização dos conteúdos e a experimentação. Sobre a experimentação o documento é bastante enfático na necessidade de se utilizar a experimentação de maneira investigativa, ressaltando a necessidade de se fugir da ideia de

que as "abordagens que apresentam previamente conceitos teóricos, seguidas de experimentos para simples verificação desses conceitos, são pouco promissoras para aprendizagens com significado para os estudantes." (BRASIL, 2014, p.9)

O programa ressalta o papel da docência como uma mediação do conhecimento e que "O experimento, por si só, não "fala" sobre a Química! É preciso que o professor esteja preparado, de modo que sua ação pedagógica contribua para a inserção de pensamento e linguagem específicos da ciência Química na interpretação dos fenômenos." (BRASIL, 2014, p.9)

Por esse e outros fatores, o PNLD é uma importante ferramenta para para a escolha de um bom livro didático, devido ao fato de analisar diversos critérios gerais que abrangem desde a experimentação até o manual do professor.

Sobre a experimentação, apenas o último critério diz que os experimentos devem ser adequados à realidade escolar e que precisam estar testados anteriormente, com baixa periculosidade ou controlada. Necessita-se que no experimento haja indicações acerca do descarte dos resíduos e dos cuidados durante a prática.

Além desses critérios, o programa aborda critérios para o manual do professor e no seu último e quarto critério diz que- no guia do professor- há um "alerta bem claro sobre a periculosidade dos experimentos propostos, bem como oferece alternativas na escolha dos materiais para os experimentos. Propõe também atividades experimentais complementares." (BRASIL, 2014, p.14).

Para facilitar a avaliação que fora feita por diversos/as avaliadoras/es, indicadores foram estipulados de modo a facilitar a avaliação de diversos livros que concorreram ao edital do programa. Dentre os inúmeros indicadores, ressalta-se os de número: 3.11; 3.12; 3.13; 4.2; 4.3; 5.7; 5.8 que versam sobre a experimentação.

O indicador 3.12 aborda a questão de a prática estar adequada à realidade escolar; estar com periculosidade controlada; estar alertando acerca dos cuidados; estar relatando o trato de resíduos. O indicador 3.13 busca analisar se a experimentação é utilizada de maneira investigativa, buscando a compreensão fenomenológica através de situações-problemas e da construção de argumentos.

O indicador 4 busca analisar sobre os conceitos e informações abordados em cada obra de acordo com sua exatidão e se está correta. Por isso, os indicadores 4.2 e 4.3 são perguntas simples que questionam se a obra apresenta: "os procedimentos corretos e atualizados?"



(Brasil, 2014, p.20) e "os conceitos e os procedimentos contextualizados?" (BRASIL, 2014, p.20).

O quinto indicador aborda a questão do manual do/da professor/a e os indicadores 5.7 e 5.8 são:

5.7 O Manual do Professor apresenta alertas claros sobre a periculosidade dos procedimentos experimentais e oferece alternativas na escolha dos materiais?  
5.8 O Manual do Professor apresenta propostas de atividades experimentais complementares? (BRASIL, 2014, p.21)

De posse desses indicadores, pode-se ter uma visão interessante de um material didático ao se tentar analisá-lo sob diversos olhares diferenciados de acordo com as áreas do ensino de química. Deve-se levar em consideração que esse programa também aborda a questão de obras digitais também por meio de indicadores, porém este trabalho não consiste em análise de obras digitais.

O PNLD 2015 apresenta a resenha crítica das quatro obras selecionadas pelo programa que são: Química- Martha Reis Marques da Fonseca da editora Ática cuja edição é a primeira de 2013; Química- Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado da editora Scipione cuja edição é a segunda de 2013; Química Cidadã- Wildson Luiz Pereira dos Santos, Gérson de Souza Mól e colaboradores da editora AJS cuja edição é a segunda de 2013 e Ser Protagonista- Química- Murilo Tissone Antunes da Editora SM cuja edição é a segunda de 2013.

Para facilitar a escrita dessas quatro obras, utiliza-se o nome das obras. Porém duas obras possuem apenas o nome de Química. Por isso, utiliza-se o nome dos/das autores/as. Logo, as obras ao longo deste trabalho serão chamadas respectivamente de: Martha Reis; Mortimer; Química Cidadã e Ser Protagonista.

Este trabalho busca analisar a parte experimental dessas quatro obras selecionadas pelo PNLD de 2015 do conteúdo de química orgânica que costuma estar no terceiro volume dessas coleções (ou seja, costuma ser abordado no terceiro ano do ensino médio).

Os anexos 1, 2, 3 e 4 mostram a relação de atividades experimentais dos três volumes para cada obra. Analisando as tabelas do anexo, tem-se que:

Tabela 2: Número de experimentos por volume de cada obra.

Livro	Volume 1	Volume 2	Volume 3
Martha Reis	10	8	4
Mortimer	17	18	13

Química Cidadã	16	9	3
Ser Protagonista	20	20	23

Observando a tabela 1, percebe-se que pelo menos três obras têm um número menor de experimentos para o volume 3 (O qual- geralmente- tem-se como temática a química orgânica). Os dois primeiros possuem um número de atividades experimentais bem menor no terceiro volume do que nos outros. A obra de “Mortimer” tem uma diferença pequena, mas também tem um número menor de práticas em seu terceiro volume.

Percebe-se que a obra “Ser Protagonista” destoa das outras obras e possui mais atividades no seu volume de química orgânica. Além disso, é uma obra que busca trazer a experimentação em todos os seus capítulos.

Deve-se ter em mente que grande parte das atividades experimentais que estão presentes nessas obras não são experimentos, ou seja não recriam fenômenos químicos e físicos. Algumas dessas atividades se assemelham mais a uma abstração da realidade como tentativa de explicar um fenômeno, como por exemplo: utilizar bolas de isopor e palitos de dente como uma maneira de se explicar geometria molecular.

Muitos são os fatores de não se haver muita experimentação em química orgânica, pode-se alegar falta de equipamento laboratorial para o correto manuseio de compostos. Pode-se alegar que os compostos são deveras perigosos para o ambiente escolar. Pode-se alegar o tempo que uma prática orgânica levaria devido às suas sínteses demoradas.

Porém há exemplos nos livros didáticos de experimentos simples e com materiais limitados que podem ser utilizados dentro da sala de aula ou em um laboratório caso a sua umidade de ensino possua.

Assim como fora abordado no primeiro capítulo deste trabalho, não basta apenas ter experimentação. Tem-se que galgar o processo investigativo por parte discente de modo que o experimento permita ser investigativo. Portanto não se deve prender a quantidade de experimentos unicamente, mas também a qualidade deles.

Por isso, há uma necessidade de se analisar os experimentos de química orgânica de cada uma das quatro obras aprovadas pelo PNLD 2015.

## 2.1- Análise de experimentos da obra Martha Reis

Observa-se a presença de 16 capítulos sobre orgânica neste volume, porém há apenas 4 experimentos que estão nas páginas 45; 145; 223 e 279

O primeiro experimento presente possui como título “Sachês perfumados”, o que já mostra que o roteiro tenta ser mais instigativo do que investigativo. Pois se costuma utilizar um questionamento no início da prática como forma de atizar a “curiosidade epistemológica” (FREIRE, 1987).

O experimento possui materiais simples e de fácil acesso, mas que não são encontrados em casa geralmente. A prática aborda a questão de hidrocarbonetos e álcool com uma camada polar longa. A parte investigativa está presente nas questões após a realização da prática, ou seja, discentes ou docentes realizam a prática sem questionamentos e seguindo uma “receita de bolo”.

Essa seção de questionamentos sobre a prática em questão tem como título “Investigue”, mas as questões partem logo para a questão microscópica sem abordar minimamente a parte macroscópica, que não fora abordada no corpo do roteiro.

Na página 145, tem-se uma atividade denominada “Enantiômeros” que não é um experimento em si, mas sim uma atividade devido ao fato de se utilizar massa de modelar para explicar o fenômeno da isomeria óptica.

O terceiro experimento desse volume, que está na página 223, não se inicia com pergunta, mas sim com um título de “Polímeros”. Essa experiência é a de confecção de um polímero a base de cola e bórax que são materiais de fácil acesso.

No corpo do roteiro, tem perguntas sobre as observações macroscópicas (“o que aconteceu após a adição da cola?”). Percebe-se que há uma tentativa de se ter um experimento investigativo na seção “Investigue” através de perguntas estimulantes e da sugestão de uma pesquisa maior acerca do tema. O roteiro cita a periculosidade dos compostos e o correto descarte.

O último experimento deste volume tem como título: “Extração da proteína do leite”. Na breve introdução do roteiro, tem-se que: “Que tal fazer o seu próprio condicionador?” (FONSECA, 2013). A frase extraída acima poderia muito bem ser o título da prática que passaria a ter um viés mais instigativo e investigativo ao mesmo tempo.

Evidencia-se que a seção “Investigue” poderia ser mais investigativa caso houvesse uma mudança na ordem das perguntas.

Sobre o manual do/da professor/a: não há experimentos adicionais, mas possui direcionamentos para cada experimento e os cuidados que devem ser tomados durante a prática. Além disso, aborda a questão do descarte dos resíduos.

## 2.2- Análise dos experimentos da obra de Eduardo Mortimer

Como pode ser visto na tabela 1, esse livro didático possui 13 atividades experimentais. Porém se observa que o autor colocou todas as atividades no mesmo bojo de “atividade experimental”. Dentre seus cinco capítulos, três são sobre química orgânica e apenas se encontram dois experimentos de fato sobre essa temática.

As cinco primeiras “atividades experimentais” são na realidade atividades que são interessantes de serem utilizadas dentro de sala ao abordar a questão do refrigerante diet e light; do álcool e direção; entre outros assuntos também. O método dessas práticas se dá de diversas maneiras que vão desde pesquisas até leitura de textos.

Apenas no terceiro capítulo deste volume que aparece a primeira atividade experimental de fato, porém não versa sobre química orgânica. Pois o capítulo 3 aborda a questão da água e seus parâmetros, como: condutividade; oxigênio dissolvido e turgidez.

O quarto capítulo versa sobre a questão do ar e o aquecimento global. Suas atividades não possuem relação com a química orgânica.

O quinto capítulo tem dois experimentos sobre química orgânica, ambos sobre polímeros. O primeiro busca se produzir um polímero, mas o roteiro não se inicia com uma pergunta, as questões após a prática, que é uma receita, não são investigativas e buscam abordar a importância do pH para a reação ocorrer, mas não buscam a compreensão acerca do fenômeno da polimerização.

O segundo experimento deste capítulo aborda o conceito de polaridade de polímeros e possui materiais simples e de fácil acesso. As questões sobre essa prática começam pela parte macroscópica do experimento para depois tentar investigar a parte microscópica, que é como a ciência tenta explicar tal fenômeno.

O livro do/da professor/a sugere outras atividades para serem utilizadas em sala de aula através do material didático virtual, mas nenhuma delas é um experimento. As disposições de resíduos aparecem unicamente no guia; nos roteiros não há citações do que se fazer com os resíduos.

### 2.3- Análise dos experimentos da obra Química Cidadã

Esta obra possui 8 capítulos, destes: 5 são sobre química orgânica. Na obra, pôde-se encontrar apenas 3 experimentos e 2 deles versam sobre química orgânica cuja temática é sobre polímeros e oxidação de carboidratos.

O primeiro experimento está no segundo capítulo e na página 95 e se inicia com uma pergunta, o que resulta numa tentativa de abordagem investigativa. Os materiais são de fácil acesso e podem ser encontrados em casa. As perguntas após a realização da prática levam a uma linha de raciocínio que estimula a construção do conhecimento.

O segundo experimento está no quarto capítulo e é a produção de um polímero a base de bórax. Os materiais são de fácil acesso, mas não podem ser encontrados em casa com tanta facilidade assim. As questões sobre a prática focam mais nas observações macroscópicas do que microscópicas, logo não há uma tentativa de se investigar assim como ocorre no processo da ciência.

Ambos os experimentos citam o que se deve ser feito com os resíduos provenientes da prática.

O livro da/do professor/a não acrescenta muito com relação às práticas que estão contidas nesse volume e não há indicações de outras atividades experimentais.

### 2.4- Análise dos experimentos da obra Ser Protagonista

Esta obra é exclusivamente sobre química orgânica e busca ter uma atividade experimental por capítulo. Percebe-se que em sua grande maioria são experimentos de fato. Poucos são apenas atividades, como os de geometria e de isomeria plana.

Todos os experimentos seguem a mesma lógica padrão da experimentação tradicionalista de se organizar o roteiro da seguinte maneira: Título (que não está em forma de pergunta); objetivo; material; procedimentos; análise e discussão. O que dificulta no processo de construção do conhecimento e na investigação, pois o roteiro tenta ser investigativo apenas em sua parte final nas perguntas acerca da prática.

Os materiais são simples e de fácil acesso ou substituição. Os experimentos têm durações variadas, podendo ser muito rápidos ou mais demorados. O roteiro indica sobre o descarte de resíduos de maneira apropriada e os cuidados quando se há uma substância

perigosa, como é o caso do butano no experimento de determinação da massa molar desse gás.

### **CAPÍTULO 3 – UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA**

Pela análise dos experimentos contidos nas 4 obras do PNLD 2015, fica evidente que o/a docente deve abusar sua autonomia para conseguir experimentar de uma maneira investigativa dentro do laboratório ou em sala de aula.

Utilizar os roteiros disponíveis nos livros pode ter um efeito negativo ou contrário do que se almeja. Por isso, recomenda-se utilizar as atividades experimentais apenas como um indicativo e base do que se fazer para se experimentar dentro de sala de aula.

Pois a experimentação fica a cargo do/da docente decidir quando e como inserir. Pode-se iniciar um conteúdo com uma prática. Pode-se abordá-lo durante um conteúdo e se pode utilizar esse recurso no final. Tudo isso dependerá do planejamento de aulas e do enfoque que se deseja.

Percebe-se que a obra “Ser protagonista” é a que busca abordar a experimentação em quase todos os seus capítulos de Química Orgânica. Com esse livro didático, fica evidente que existe a possibilidade de trazer a experimentação acerca de quase todos os conteúdos abordados pela Química Orgânica no Ensino Médio.

Porém não é o que se evidencia nos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2015. Se essas obras não conseguem experimentar de uma maneira diferenciada e diversificada, fica a dúvida com relação às obras não aprovadas por esse programa e às que nem se sujeitaram a passar por esse crivo.

Fica nítida uma singularidade entre as quatro obras, pois todas possuem práticas sobre a temática de polímeros; o que mostra que esse assunto é bastante visado pela experimentação. “Mortimer” e “Química Cidadã” trazem em seus exemplares um roteiro sobre a fabricação de um polímero, que se assemelha com uma “massinha de modelar”, através de bórax e cola. “Martha Reis” e “Ser protagonista” trazem em seus volumes o experimento de extração da proteína do leite e a fabricação de um polímero por meio dessa extração.

Dessa forma, este trabalho almeja revisitar esses experimentos de modo a se alcançar uma maneira viável e interessante para se transformarem essas atividades práticas em atividades transformadoras e investigativas de fato.

Primeiramente, se poderia iniciar a prática expondo materiais de origem polimérica, como: plásticos- garrafas PET e outros tipos de plásticos; tubo de PVC, o *Naylon*. Pode-se mostrar para a turma esses materiais e perguntar o que é cada um e qual a semelhança entre

eles para que discentes possam perceber que todos os exemplos são polímeros. Essa temática é excelente para se ter um enfoque CTSA ao se versar sobre a temática do lixo ambiental, biodegradabilidade e a reciclagem com esses materiais expostos.

Após esse primeiro momento de debate que deve ser conduzido ou mediado pela/o docente, pode-se entrar na prática em si com uma pergunta. “Podemos fabricar um material desses com materiais simples e de fácil acesso?”. No caso de ambas as práticas das obras aprovadas pelo PNLD 2015, pode-se; “É possível produzir uma cola caseira?” e “É possível produzir uma massa de modelar caseira?”

As perguntas não devem ficar em vão, deve-se escutar o que discentes tem a dizer e estimular que respondam sem medo de errar e serem reprimidos pelos seus erros. Pode-se questionar como se poderia produzir esses materiais. Deve-se esperar pelas mais diversas respostas e com o devido respeito devem ser ouvidas, mesmo as que soem como uma piada ou uma “gracinha”.

Nessa etapa, pode-se apresentar os materiais da prática para a classe. Pode-se indagar o que fazer com os materiais e como manejá-los para estimular o pensamento crítico de forma a simular um processo de pesquisa investigativa similar aos laboratórios, onde não se há um indicativo claro do que se fazer frente a uma situação-problema no primeiro momento.

As respostas virão das mais variadas formas. Algumas propostas podem fazer certo sentido, mas não são propriamente o método que será realizado. Cabe ao/à docente realizar ou deixar que discentes realizem, ao seu critério, as inúmeras ideias que surgiram de como realizar a prática. Porém o importante é analisar os riscos de alguns experimentos de modo a se evitar acidentes durante a prática. Talvez haja alguma coisa que apenas o/a docente deva manejar por motivos de segurança de laboratório.

Recomenda-se que discentes anotem o que está acontecendo e o que estão observando para que se acostumem com a metodologia usual de um laboratório e com a linguagem científica que costuma ser bem distante da realidade de cada um.

Após essa etapa, pode-se mostrar o método que estava nos roteiros. Fica a cargo do/da docente de fazer o experimento de maneira demonstrativa na qual se realiza a prática para que a turma veja se pode deixar que discentes experimentem também.

Sugere-se que docentes questionem constantemente à medida que a experiência acontece, questione se algo mudou de cor; odor e afins. De modo que discentes percebam o que está acontecendo macroscopicamente durante a atividade.



Na parte microscópica, pode-se aproveitar os questionamentos que estão nos roteiros desses quatro livros de modo a facilitar o entendimento, porém se deve ficar atento na ordem utilizada das perguntas para que consigam auxiliar no processo de construção do conhecimento e para que se haja uma investigação de como a ciência explica o fenômeno observado.

Deve-se buscar um experimento de alta “diretividade”, vide tabela 1, (COSTA, TRIVELLATO, ROMANELLI, MARCONDES E SCHNETZLER, 1985) de modo que se pareça menos com uma “receita de bolo”.

Para cada experimento a ser utilizado dentro de sala de aula, diversas abordagens podem ser utilizadas. No caso dos experimentos escolhidos para este trabalho, sugere-se um roteiro para servir como guia para estudantes e docentes durante a prática.

O roteiro auxilia no processo da experimentação, pois as perguntas que podem ser feitas durante a prática já estariam no guia, auxiliando o/a docente a não se esquecer de trazer esses questionamentos.

Os apêndices 1 e 2 deste trabalho são exemplos de roteiros que podem ser aplicados dentro de sala de aula e os anexos 5 e 6 são os roteiros experimentais disponíveis em “Química Cidadã” e “Ser Protagonista” respectivamente.

No roteiro do apêndice 1, inicia-se com uma pergunta que fora aproveitada do roteiro da obra “Química Cidadã”, portanto o problema da prática de certa maneira já está oferecido no escopo experimental. Os Caminhos e meios da prática num primeiro momento não estão no roteiro de maneira que discentes possam pensar em sua própria metodologia e que poderão ser acatadas durante o experimento. Porém, num segundo momento, os caminhos e meios são oferecidos na prática o que pode diminuir a diretividade experimental. As respostas das perguntas não estão no roteiro, mas há um direcionamento para a pesquisa.

De posse dessas informações, classifica-se esse procedimento com um nível de diretividade 2 de acordo com a tabela 1 quando se analisa o primeiro momento em que não se oferta o caminho para a realização da prática, porém após a inserção dos caminhos da prática a diretividade pode diminuir para o nível 1, donde o caminho e as questões acerca da prática estão dadas, apenas as respostas estão em aberto.

Com relação ao roteiro da obra “Química Cidadã”, aproveitou-se o título; os materiais; um pouco do procedimento e as perguntas. Porém as perguntas não estimulavam a reflexão do microscópico e nem como a ciência busca explicar o fenômeno em questão, por isso houve a necessidade de inserção de mais perguntas para a abordagem dessas temáticas.

O experimento contido no segundo apêndice, que versa sobre a cola de caseína e sua fabricação a partir do leite, possui um nível de diretividade similar ao do apêndice 1, pois os caminhos não foram dados num primeiro momento. Mas foram fornecidos num segundo momento.

Já os experimentos do livro “Ser protagonista” não foram aproveitados o título, pois não se inicia com uma pergunta. Os materiais foram aproveitados; assim como o procedimento que sofreu modificações para que haja as observações macroscópicas durante a prática. Algumas perguntas foram aproveitadas, porém sofreram modificações profundas de tamanho e de informações contidas. Como por exemplo, “Na primeira parte da experiência, retirou-se uma massa sólida do leite. Que é uma proteína. Pesquise na literatura e na internet qual é o nome dessa proteína”

Com relação aos materiais, o procedimento do “Ser Protagonista” não apresenta alternativas viáveis de substituição dos materiais de laboratórios e por isso, houve a necessidade de inserir essas opções na parte de materiais do experimento.

Ao se comparar com os experimentos contidos nos anexos 5 e 6 que possuem um nível de diretividade 1, pois os problemas e os caminhos já estão ofertados. Por isso, pode-se inferir que houve uma tentativa de melhora no nível de diretividade por parte deste trabalho ao não se oferecer os caminhos e meios num primeiro momento dos roteiros dos apêndices.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS OU CONCLUSÕES

Este trabalho buscou abordar a experimentação dentro da temática da química orgânica. Percebeu-se que a experimentação é bastante escassa dentro do universo da química orgânica.

Na análise dos quatro livros do PNLD 2015 ficou nítido que não há muitos experimentos em quantidade no terceiro volume, que usualmente aborda a química orgânica, em comparação com os outros volumes.

Ao se analisar os poucos experimentos que as obras trazem, percebe-se que não havia uma busca pela experimentação investigativa, contrária daquela ideia de que o experimento deve ser um complemento da teoria, pois as teorias surgiram de acordo com os resultados experimentais.

Sabe-se que o/a docente tem autonomia para ministrar suas aulas e os roteiros que estão contidos em livros didáticos servem apenas como uma base para que haja a inserção. Porém os experimentos não são investigativos e não há indicações no manual do/da professor/a de como se realizar a prática de maneira investigativa.

Diante da problemática de se ter poucos experimentos e com uma qualidade aquém do que se deseja para que haja uma experimentação investigativa e interessante de fato, este trabalho buscou formas de transformar alguns experimentos para uma ótica diferenciada e diversa, conciliando com o ensino CTSA.

Este trabalho conseguiu um relativo sucesso ao tentar revisitar alguns desses experimentos ao conseguir aumentar o nível de diretividade, seguindo um modelo diferente do que se vê em livros didáticos que se assemelham com uma receita.

Buscou-se um roteiro experimental que explore mais o raciocínio do que a repetição, com perguntas antes dos procedimentos para que houvesse uma reflexão anterior à prática. Houve uma tentativa de se deixar discentes experimentarem de uma maneira livre ao se pedir uma proposição de um método para a realização do experimento.

A experimentação ainda tem um longo caminho para que seja inserida no contexto escolar por meio de uma abordagem diferenciada e investigativa. Acredita-se que este trabalho venha a contribuir a esse processo de uma maneira significativa ao se mostrar caminhos que podem ser utilizados pelos/as professoras/es dentro da sala de aula ou de laboratório.

As práticas abordadas nesse trabalho podem ser realizadas em sala de aula ou no laboratório devido à simplicidade de seus materiais e a não necessidade de aparatos específicos.

O roteiro não deixa claro se o experimento pode ser demonstrativo-investigativo ou experiência-investigativa, deixando ao critério docente ao utilizar estas práticas. Porém o demonstrativo, por mais investigativo que seja, deve ser optado para momentos em que se tenham reagentes e métodos perigosos.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA JR, J. B. de. A evolução do ensino de Física no Brasil. *Revista de Ensino de Física*.v.2, n. 1, p55-73, fev. 1980.
- ALVES, R. O Senso Comum e a Ciência. In ALVES, R. *Filosofia da ciência; introdução ao jogo e suas regras*. 10º Ed, São Paulo, Editora Brasiliense, 1981.
- ANTUNES, M.T. *Ser Protagonista - Química*, volume 3. 2º Edição, São Paulo, Editora SM, 2013
- BRASIL. Guia de livros didáticos : PNLD 2015 : química : ensino médio. – Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2014. 60p. : il.
- CARVALHO, A. M. P. e GIL-PEREZ, D. Formação de professores de ciências, São Paulo: Cortez, 2003.
- CHASSOT, A. Uma história da educação química brasileira: sobre seu início discutível apenas a partir dos conquistadores. *Episteme*, v.1, n. 2, p. 129-145, 1996. Disponível em: < <http://www.ilea.ufrgs.br/episteme/portal/index.php> >. Acesso em 10 jan. 2015
- COSTA, A. M. Da; TRIVELLATO, G. Da C; ROMANELLI, L. I; MARCONDES, M. E. R; SCHNETZLER, R. P. As funções das aulas práticas. Este texto é uma adaptação de um material utilizado em um curso de mesmo nome oferecido na 8ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química durante a SBPC em Belo Horizonte no período de 11 a 13 de julho de 1985.
- FONSECA, M.R.M da. *Química*, volume 3, 1ªedição, São Paulo, Editora Ática, 2013
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- \_\_\_\_\_, P. *Pedagogia do Oprimido*, décima sétima edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- MORTIMER, E. F. As Chamas e os Cristais Revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino das Ciências da natureza. In SANTOS, W.L.P. dos; MALDANER, O.A (orgs). *Ensino de Química em Foco*, Ed Unijuí, 2011
- \_\_\_\_\_, e MACHADO, A.H. *Química* volume 3, 2º Edição, São Paulo, Editora Scipione, 2013
- PEREIRA, C.L.N. A História da Ciência e a Experimentação no Ensino de Química Orgânica. Apresentado como dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, 2008
- SANTOS, W.L.P; MÓL, G. De S e colaboradores. *Química Cidadã-* volume 3, 2ªedição, São Paulo, Editora AJS, 2013
- SILVA, R.R. da; MACHADO, P.F.L; TUNES, E. Experimentar Sem Medo de Errar. . In SANTOS, W.L.P. dos; MALDANER, O.A (orgs). *Ensino de Química em Foco*, Ed Unijuí, 2011.
- SILVA, L. H. A. e ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. *Ensino de ciências: fundamentos e abordagens*. Campinas: R. Vieira Gráfica e Editora, 2000. P. 120-153.

TEIXERA, A. S e colaboradores. O Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova. Disponível em [http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/22e/doc1\\_22e.pdf](http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/22e/doc1_22e.pdf). Acesso em 10 jan. 2015

## APÊNDICES

### Apêndice 1

Modelo de roteiro experimental investigativo para a prática do bórax

Quais foram os materiais apresentados pelo/a professor/a? Qual a semelhança entre eles?

---

Quais as consequências do descarte indiscriminado desses materiais na natureza?

---

---

---

---

“Como se modificar um polímero em casa?”

Como você responderia a pergunta acima?

---

---

---

- Bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  – pode ser comprado em farmácias);
- Cola branca;
- Anilina (corante para bolo);
- 2 béqueres de 250 mL (ou copos de vidro);
- Medidor de volume (ou copo descartável para café de 50 mL);
- Bastão de vidro (ou palito de picolé);
- Água.

Com os materiais acima proponha um método para se fabricar um polímero.

---

---

---

---

Com esses materiais, pode-se dissolver 4g (uma colher de sobremesa cheia) do bórax em 100 mL de água num béquer. Em outro béquer, pode-se misturar utilizando um bastão de vidro 50 mL de água com 50 mL de cola branca. Observe e anote o que acontece em cada béquer. No béquer com a mistura de água e cola, adicione a anilina. O que aconteceu?

Pode-se misturar o bórax com a cola, utilizando o bastão de vidro. O que aconteceu durante a mistura? Pode-se manusear o produto com as mãos. Os resíduos líquidos podem ser descartados na pia e os sólidos podem ser descartados no lixo orgânico. Utilize o espaço a seguir para registrar o que fora observado durante a prática.

---

---

---

---

---

Qual a função da anilina na mistura?

---

Que tipo de material se formou? Que materiais desse tipo existem em nosso cotidiano?

---

---

Como você acha que a ciência explica esse fenômeno?

---

---

---

Quais as diferenças entre o que você respondeu acima com como a ciência explica esse fenômeno?

---

---



## Apêndice 2

## Modelo de roteiro experimental investigativo para a prática da cola de caseína

Quais foram os materiais apresentados pelo/a professor/a? Qual a semelhança entre eles?

---

---

Quais as consequências do descarte indiscriminado desses materiais na natureza?

---

---

---

---

## Como se modificar um polímero?

Como você responderia a pergunta acima?

---

---

---

- 3 béqueres de 200 mL (ou copos transparentes);
- Peneira;
- Provetas de 50 mL (ou copos de dose de café de 50 mL);
- Pedaco de pano de cerca de 30 cm X 30 cm;
- Bastão de vidro (ou palito de picolé);
- 2 frascos com tampa
- Bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ )
- 125 mL de leite integral
- Limão

Com os materiais acima proponha um método para se fabricar uma cola caseira.

---

---

---

---

Pode-se preparar um suco de limão coado pela peneira ao espremê-lo. Adicione cerca de 30 mL em um béquer com 125 mL de leite integral. Agite bem a mistura. O que pode ser

observado?

---

No segundo béquer, coloque um pano sobre ele e despeje a mistura do outro béquer. O que aconteceu?

---

A parte que ficou contida no pano pode ser colocada em um papel de filtro ou de jornal para que se seque. Pode-se utilizar um secador de cabelo para auxiliar no processo de secagem. Esse composto deve ter uma aparência de queijo cremoso. Pode-se misturá-lo com 1 g de bicarbonato de sódio, deve-se utilizar o bastão de vidro para se obter uma mistura homogênea. Acrescente 15 mL de água e agite até dissolução completa. Devem-se esperar algumas horas para testar a cola. Utilize o espaço a seguir para relatar o que se observou na prática.

---

---

Na primeira parte da experiência, retirou-se uma massa sólida do leite. Que é uma proteína. Pesquise na literatura e na internet qual é o nome dessa proteína.

---

Para responder as perguntas a seguir, utilize o artigo disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc06/exper2.pdf> Acesso em 18 jun.2015

Qual a finalidade do suco de limão no experimento?

---

---

Qual a função do bicarbonato de sódio na segunda parte da prática?

---

---

Sabe-se que o teor dessa proteína no leite é de 3% em massa. Admita que a densidade do leite é de 1 g/mL, calcule qual a massa que seria obtida nesse experimento. Calcule o rendimento experimental

# ANEXOS

## Anexo 1

Tabela 1: Experimentos em Martha Reis

<b>Volume</b>	<b>Página</b>	<b>Título do Experimento</b>
1	23	Volume da chuva
1	27	Desindade e correntes
1	57	Indícios de Transformações Químicas
1	60	Indicadores Ácido-Base
1	108	Combustão na balança de 1 pratos
1	120	Eletrólise da Água
1	147	Relação de Massa
1	186	Eletrólitos e não eletrólitos
1	288	Polaridade e Solubilidade
1	293	Bolhas mais resistentes
2	16	Propriedades dos Gases
2	54	Construção de um psicrômetro
2	76	Interações Solvente-Soluto
2	126	Difusão entre solvente puro e solução
2	148	Calor e trabalho
2	177	Taxa de desenvolvimento da reação
2	250	Efeito do íon comum no Equilíbrio Químico
2	268	Pilhas Caseiras
2	380	Eletrólise do Iodeto de Potássio
3	45	Sachês Perfumados
3	145	Enantiômeros
3	223	Polímeros
3	279	Extração de proteínas do leite

## Anexo 2

Tabela de experimentos em Mortimer

Volume	Página	Título de experimento
1	29	Determinação de densidade de materiais
1	30	Densidade e flutuação de materiais
1	40	Determinação do teor de álcool na gasolina
1	43	Investigando a água sob aquecimento
1	45	Investigando o comportamento da água e de uma mistura água e sal sob resfriamento
1	93	Determinação dos componentes do lixo doméstico
1	110	Construindo um modelo para materiais gasosos
1	116	Construindo um modelo para líquidos e sólidos
1	119	Usando o modelo de partículas para explicar a solubilidade
1	141	Evidências para a natureza elétrica na constituição de materiais
1	162	O teste de chama
1	204	Como reconhecer uma transformação química?
1	209	As evidências garantem que ocorreu uma transformação química?
1	213	A massa é conservada nas reações químicas?
1	222	Reversibilidade nas reações químicas
1	230	Existe uma relação entre as quantidades de reagentes para formar os produtos de uma reação química?
1	253	Modelos de ligação química e propriedades de materiais
2	20	Soluções: a formação de cavernas calcárias
2	32	Brincando de “detetive químico”: usando a solubilidade diferenciada de sais para descobrir o conteúdo de soluções incolores
2	53	Temperaturas e termômetros
2	57	Temperatura e calor
2	59	Condições para a ebulição da água
2	75	Os calores nas transformações químicas e nas mudanças de estado físico
2	126	Fatores que afetam a velocidade de uma reação
2	142	Reações reversíveis e o estado de equilíbrio químico
2	153	Construindo uma escala de pH
2	175	Vitamina C como agente redutor- interação com Iodo
2	184	Vitamina C como agente redutor- interação com permanganato de potássio
2	187	Maças especiais
2	190	Compreendendo a tabela de potenciais-padrão de redução
2	212	Investigação sobre a corrosão do ferro
2	226	Pressão e líquidos
2	232	Observando a temperatura de ebulição de soluções
2	233	Observando o congelamento de soluções
2	235	Alimentos e soluções
3	16	Construindo um fumômetro
3	19	Estrutura das moléculas orgânicas e os orbitais
3	31	Estrutura das moléculas orgânicas e os orbitais
3	158	Determinação de oxigênio dissolvido numa amostra de água
3	169	Medindo o pH de uma amostra de água através de uma escala de pH

3	173	Construindo um turbidímetro
3	176	Determinando a turbidez de uma amostra de água
3	178	Medindo a condutividade de uma amostra de água
3	206	Medindo temperaturas de sistemas que recebem continuamente energia de uma fonte externa
3	213	Anéis ressonantes
3	213	Um modelo para o comportamento das moléculas do gás carbônico
3	254	Produzindo um polímero termorrígido
3	257	Polímeros e interações moleculares

### Anexo 3

Tabela de experimentos em Química Cidadã

Volume	Página	Título
1	15	Como sabemos que ocorreu uma reação química
1	24	Por que materiais afundam ou flutuam?
1	36	Que material é mais solúvel?
1	60	Separando materiais sólidos de líquidos
1	63	Separando o álcool do vinho
1	65	Separando componentes da tinta da caneta
1	89	Há espaços vazios na matéria?
1	141	Teste do êmbolo: Ele se mexe sozinho?
1	144	Brincando com bexiga: o que acontece quando mudamos a temperatura?
1	159	Você pode controlar reações? Como?
1	192	Átomos que emitem luz
1	258	A água sempre conduz eletricidade?
1	294	Como produzir um cristal?
1	296	Por que alguns materiais se misturam e outros não?
1	349	Como é possível se determinar a constante de Avogadro?
1	368	O que acontece com a massa durante a reação?
2	19	O que acontece com a luz ao atravessar diferentes materiais?
2	38	Como preparar uma solução?
2	56	Os líquidos evaporam na mesma rapidez?
2	62	Podemos evitar que um líquido congele?
2	150	Todos os materiais se aquecem do mesmo modo?
2	189	Por que a vela apaga?
2	251	Líquidos podem atacar metais?
2	294	Como identificar ácidos e bases?
2	334	Por que a cor vai voltar?
3	85	É possível retardar o escurecimento de frutas partidas?
3	152	Como se faz um polímero em casa?
3	265	O que acontece quando uma corrente elétrica passa por um líquido?

## Anexo 4

Tabela de experimentos em Ser |Protagonista

Volume	Página	Título
1	23	Normas de segurança, símbolos e tratamento de resíduos
1	35	Utilização de instrumentos de medida de volume e determinação do volume de uma gota de água
1	51	Aquecimento de uma amostra de água e construção do gráfico da mudança de estado físico da água
1	65	Comparação de densidades
1	79	Simulação de tratamento de água
1	101	Relação de massas nas transformações químicas
1	129	Teste de chama
1	151	Obtenção e propriedades de substâncias simples
1	165	Propriedades periódicas e aperiódicas: construção e obtenção de gráficos
1	197	Aquecimento de substâncias
1	215	Geometria Molecular
1	233	Forças intermoleculares: determinação do teor de etanol na gasolina
1	253	Balanceamento e tipos de reações químicas
1	269	Condições para a ocorrência de uma reação
1	291	Indicadores ácido-base
1	311	A chuva ácida
1	329	Determinação de um padrão de massa
1	345	Água de hidratação
1	369	Volume molar de gases
1	405	Há limitações para a ocorrência de uma reação?
2	25	Efeito Tyndall
2	41	Determinação da concentração de sólidos numa amostra de água
2	57	Diluição de solução de sulfato de cobre II
2	83	Osmose
2	105	Decomposição da água oxigenada
2	127	Rapidez de uma reação química
2	145	Cinética da reação
2	159	Como a concentração dos reagentes podem alterar a rapidez da reação?

2	183	Determinação da constante de dissociação do ácido acético
2	197	Fatores que afetam o estado de equilíbrio
2	215	A força de ácidos e bases
2	235	Determinação da acidez de uma amostra de suco de limão ou de laranja
2	253	Hidrólise de sais
2	265	Estudando a influência da temperatura na solubilidade de sais
2	285	Estudo comparativo da corrosão do ferro
2	303	Pilha de limão
2	319	Corrosão do ferro- um estudo comparativo
2	337	Cobreação de um objeto metálico
2	351	Eletrólise da salmoura
2	361	Determinação da constante de Avogrado por eletrólise da solução de NaOH
3	27	Geometria molecular
3	48	Determinação da massa molar do butano
3	75	Amadurecimento de frutas
3	95	Reatividade de compostos saturados e insaturados
3	129	Acidez e reatividade do suco de limão
3	158	Cravos coloridos
3	169	Detecção da presença de amido utilizando solução aquosa de iodo e iodeto de potássio
3	180	Comparação das propriedades do glutamato monossódico com o ácido glutâmico
3	195	Preparo do álcool desinfetante
3	210	Isomeria plana
3	229	Conversão do ácido maléico em ácido fumárico
3	239	Isomeria óptica do ácido láctico
3	257	Introdução a reações orgânicas
3	299	Arco-íris de licopeno
3	319	Escurecimento de frutas
3	325	Obtenção de álcool
3	335	Identificação de frutose em uvas
3	350	Determinação da concentração de ácido acético numa amostra de vinagre
3	367	Produção de sabão artesanal



3	393	Uso da uréia no crescimento e desenvolvimento de plantas
3	419	Cola de caseína
3	423	Fazendo papel reciclado

## Anexo 5

### Química na escola

Consulte as normas de segurança no laboratório, na última página deste livro.

#### Como se faz um polímero em casa?

Esta prática poderá ser realizada na escola ou em casa, mas sob a supervisão de um adulto.

#### Material

- bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  – pode ser comprado em farmácias)
- cola branca
- anilina (corante para bolo)
- 2 béqueres de 250 mL (ou copos de vidro)
- medidor de volume (ou copo descartável para café de 50 mL)
- bastão de vidro (ou palito de picolé)

#### Procedimento

1. Prepare uma solução diluindo 4 g de bórax (uma colher rasa de sobremesa) em 100 mL de água, num béquer.
2. Em outro béquer, coloque 50 mL de cola branca e adicione 50 mL de água; misture bem com um bastão de vidro.
3. Adicione um pouco do corante à mistura da cola com água e misture bem.
4. Adicione a solução de bórax à mistura e agite bem com o bastão de vidro. Observe.
5. Separe da solução o material formado e manipule-o com as mãos.
6. Lave bem as mãos com água e sabão depois de manipular os materiais.
7. Se quiser, você pode fazer o experimento com outros tipos de cola.

#### Destino dos resíduos gerados

1. Os resíduos líquidos podem ser descartados na pia.
2. O resíduo sólido deve ser descartado no coletor de lixo orgânico.



#### Análise de dados

1. Explique o que você observou quando misturou as duas soluções.
2. Que tipo de material se formou? Que materiais desse tipo existem em nosso cotidiano?

Experimento retirado da página 160-161 do livro Química Cidadã volume 3

## Anexo 6

**Atividade Experimental**

## Cola de caseína

**Objetivo**  
Separar proteínas do leite e estudar a aplicação de uma delas, a caseína, como cola.

**Material**  
3 béqueres de 200 mL  
peneira  
provetas de 50 mL  
pedaço de pano de cerca de 30 cm x 30 cm  
bastão de vidro  
2 frascos com tampa  
1 g de bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ )  
125 mL de leite integral  
limão

**Procedimentos**

1. Esprema o limão e coe o suco utilizando uma peneira.
2. Adicione 30 mL de suco de limão a 125 mL de leite integral e agite bem. Coloque o pedaço de pano sobre o segundo béquer e coe a mistura da caseína e soro obtida.
3. As porções de caseína retiradas (quase secas) podem ser colocadas sobre um pedaço de jornal, ou papel de filtro, de modo a reduzir a umidade da massa obtida.
4. Após a separação da caseína, cuja consistência deve ser semelhante à de um queijo cremoso, coloque-a em um béquer e adicione o bicarbonato de sódio. Utilize um bastão de vidro para misturar bem até obter uma massa homogênea.
5. Acrescente 15 mL de água e agite até dissolver toda a massa.
6. Utilize pequenos pedaços de madeira ou de papel para testar a sua cola. O resultado poderá ser observado em algumas horas.

Revisão técnica: <http://www.sbq.org.br/revista/revista06/06p01.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2018.

**Análise e discuta**

1. A caseína é bastante solúvel em água por se apresentar na forma de um sal de cálcio. Sua solubilidade é afetada pela adição de ácidos que alteram a sua estrutura terciária devido à redução de cargas na molécula e, consequentemente, levam-na à precipitação. A redução de pH provoca a perda do cálcio, na forma de fosfato de cálcio, para o soro do leite. Qual é a função do bicarbonato de sódio no item 4 do procedimento?
2. O teor de caseína no leite é de apenas 3% em massa. Como você explicaria, então, o grande volume de caseína obtido após a sua precipitação?
3. Algumas indústrias de bebidas utilizam colas à base de caseína para colar rótulos de papel em garrafas de vidro. Se uma fábrica que fornece cola para um fabricante de sucos utiliza 500 kg de caseína por mês, admitindo que a densidade do leite seja de 1 kg/L, qual é o volume de leite necessário para obter essa quantidade da proteína?

409