

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

VITOR HUGO MONTEMEZZO

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

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2016

VITOR HUGO MONTEMEZZO

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

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 (TCC2), do Curso de Licenciatura em Química do Departamento Acadêmico de Química – DAQUI – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Msc. Adriano Lopes Romero

CAMPO MOURÃO

2016



TERMO DE APROVAÇÃO

A Experimentação em Química Orgânica nos Livros Didáticos
de Química Aprovados pelo PNLD 2015

por

VITOR HUGO MONTEMEZZO

Este trabalho foi apresentado em 25 de novembro de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química. O Candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Profª. Drª. Natalia Neves Macedo
Deimling
(UTFPR)

Profª. Msc. Franciellen Rodrigues da Silva
Costa
(UTFPR)

Prof. Msc. Adriano Lopes Romero
(UTFPR)
Orientador

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar a minha imensa gratidão a todos que foram responsáveis pela minha formação tanto acadêmica como pessoal de modo geral.

Agradeço ao departamento de Química e todos os professores dos demais departamentos que me guiaram até o último momento de minha formação e que são responsáveis pela minha formação em geral.

Agradeço especialmente a Professora Msc. Paula Cavalcante Monteiro e a Msc. Professora Fernanda Peres Ramos por me instruírem durante o Trabalho de Conclusão de Curso mostrando-me o quão importante é estudar a área da educação.

Agradecimento ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e as pessoas que trabalharam junto comigo por ampliar as fronteiras de meu conhecimento e dar certeza que minha escolha de fato sempre foi trabalhar como Educador.

Agradeço aos meus amigos de faculdade, em especial a Maykon Rodrigues Alves e Deisiane Aparecida da Silva que estiveram presentes em minha caminhada e que auxiliaram muito durante minhas escolhas nas diversas discussões que tivemos.

E por fim e não menos importante, gostaria de agradecer especialmente a Professora Dr^a. Natalia Neves Macedo Deimling e ao meu último orientador do trabalho de conclusão de curso o Professor Msc. Adriano Lopes Romero, por sempre me incentivarem a trilhar o meu caminho e gostaria de parabenizá-los pela dedicação que ambos mostraram me auxiliando nas escolhas de vida. Sou eternamente grato a todos vocês.

RESUMO

MONTEMEZZO, Vitor Hugo. A experimentação em Química Orgânica nos livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD 2015. 2016. 72f. TCC (Curso de Licenciatura em Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

A experimentação no processo de ensino e aprendizagem de Ciências, foi introduzida nas escolas, fortemente influenciada pelos trabalhos desenvolvidos nas universidades, há mais de um século. Pesquisas realizadas no contexto escolar mostram que as concepções demonstrativas e empiricista-indutivistas (ou de verificação, ambas de caráter comprovativa) ainda prevalecem, embora haja um considerável número de trabalhos que indicam o uso de experimentação investigativa. O problema é que isso pode levar os estudantes a compreenderem o conhecimento científico como verdades inquestionáveis, absolutas, como se a Ciência tivesse e fosse a resposta para todas as coisas de modo atemporal, imutável e infalível. Acreditamos que o uso de experimentação do tipo demonstrativa ou de verificação no ensino de Química é fortemente influenciada por livros didáticos. Neste contexto, temos como objetivo avaliar as propostas de experimentação em Química Orgânica apresentadas em livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD 2015. Para isto, foi realizada uma pesquisa qualitativa de caráter exploratória e bibliográfica, tendo como objeto de estudo quatro livros didáticos que abordam conteúdos relacionados à Química Orgânica que fazem parte de coleções aprovadas pelo PNLD 2015. Entre os livros avaliados temos que a obra de Reis (2014), de Santos e Mol (2013) e Mortimer e Machado (2013) apresentam um número relativamente pequeno de propostas de atividades experimentais de Química Orgânica. Já a obra de Antunes (2014), além das atividades indicadas no livro do aluno, apresenta várias atividades extras no manual do professor. Quanto ao tipo de abordagem, todos os autores defendem que as experimentações propostas são do tipo investigativa. No entanto, para a maioria dos casos avaliados observamos que as características da abordagem do tipo verificação aparecem com maior frequência. Algumas das atividades propostas, apesar de serem baseadas em artigos de revistas da área de ensino de Química, perdem seu caráter investigativo devido a forma como é apresentada no livro do aluno. Apesar dos documentos norteadores insistirem no uso de atividades investigativas no ensino de Química, acreditamos que as demais abordagens - demonstração e verificação - possuem sua importância e podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de Química, não apenas como um recurso motivador para os estudantes, mas como uma abordagem que permite um estabelecimento dialético entre teoria e prática, entre os conhecimentos fenomenológicos, teóricos e representacionais.

Palavras-chave: Ensino de Química Orgânica. Experimentação. Livros didáticos.

ABSTRACT

MONTEMEZZO, Vitor Hugo. The experimentation in Organic Chemistry in the textbooks of chemistry approved by the PNLD 2015. 2016. 72f. TCC (Curso de Licenciatura em Química), Federal University of Technology - Paraná. Campo Mourão, 2016.

Experimentation in the process of teaching and learning of Science has been introduced in schools, heavily influenced by the work developed in the universities, more than a century ago. Research carried out in the school context shows that demonstrative and empiricist-inductive (or verification, both of a supporting nature) conceptions still prevail, although a considerable number of studies indicate the use of investigative experimentation. The problem is that this can lead students to understand the scientific knowledge as unquestionable truths, absolute, as if science had and was the answer to all things so timeless, immutable, and infallible way. We believe that the use of demonstrative or verification experimentation in Chemistry teaching is strongly influenced by textbooks. In this context, we have as objective to evaluate the proposals of experimentation in Organic Chemistry presented in textbooks of Chemistry approved by PNLD 2015. For this, a qualitative research of exploratory and bibliographic character was carried out, having as object of study four didactic books that approach contents related to organic chemistry that are part of collections approved by the PNLD 2015. Among the books evaluated are the works of Reis (2014), Santos and Mol (2013) and Mortimer and Machado (2013) present a relatively small number of proposals for experimental activities of Organic Chemistry. The work of Antunes (2014), in addition to the activities indicated in the student's book, presents various extra activities in the teacher's manual. Regarding the type of approach, all authors argue that the proposed experiments are of the investigative type. However, for the vast majority of the evaluated cases, we observed that the characteristics of the verification type approach appear more frequently. Some of the proposed activities, although based on articles published in the area of teaching of chemistry, lose their investigative character due to the way it is presented in the student's book. Although the guiding documents insist on the use of investigative activities in the teaching of Chemistry, we believe that the other approaches - demonstration and verification - have their importance and can contribute to the process of teaching and learning in chemistry, not only as a motivating resource for students, but as an approach that allows a dialectical establishment between theory and practice, between phenomenological, theoretical and representational knowledge.

Keywords: Teaching Organic Chemistry. Experimentation. Textbook.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REVISÃO LITERÁRIA	10
2.1	As bases para o método científico: a experimentação	10
2.1.1	Bacon e o método experimental.....	11
2.2	A origem da Química.....	14
2.3	Experimentação no ensino de Ciências e suas influências no Brasil.....	16
2.4	Ensino por investigação	20
2.5	A experimentação nos livros didáticos de Química.....	22
3	OBJETIVO	24
3.1	Objetivo Geral.....	24
3.2	Objetivos Específicos	24
4	METODOLOGIA	25
4.1	Objetos de estudo	25
4.2	Análise dos livros didáticos	26
5	ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO	28
5.1	Análise da experimentação na obra de Martha Reis (2014)	29
5.2	Análise da experimentação na obra de Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado (2014).....	42
5.3	Análise da experimentação na obra de Wildson Santos e Gerson Mol (2013)	52
5.4	Análise da experimentação da obra de Murilo Tissoni Antunes (2013).....	60
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
	REFERÊNCIAS	70

1 INTRODUÇÃO

A ideia de Ciência absoluta se desenvolveu no passado e evoluiu até se estabelecer na sociedade. Um importante objeto de estudo que levou a esta magnitude é a influência da experimentação nos estudos científicos. A experimentação veio inicialmente na Ciência como método comprovativo. Antigamente, de acordo com Giordan (1999), tudo que não era possível explicar era atribuído à obra divina. Conforme os fatos considerados divinos eram justificados experimentalmente, as crenças perdiam força e a Ciência absoluta do conhecimento ganhou mais espaço. Todo esse processo que aconteceu no passado desencadeou a formação da sociedade a qual estamos hoje inseridos, que crê e vê a Ciência como algo inquestionável e concreto.

Essa atitude de veneração frente à ciência deve-se, em grande parte, ao extraordinário sucesso prático alcançado pela física, pela química e pela biologia, principalmente. Assume-se, implícita ou explicitamente, que por detrás desse sucesso existe um “método” especial, uma “receita” que, quando seguida, redundam em conhecimento certo, seguro (CHIBENI, 2016, p. 1).

A ideia que se tem por trás do conhecimento científico é que a experimentação é um argumento de prova necessário visto que ela mostra a “precisão” nos resultados. Essa ideia tornou-se forte principalmente no século XVII, momento em que Giordan (1999, p. 44) cita que “a experimentação ocupou um papel essencial na consolidação das ciências naturais”. Porém, para Francelin (2004), essa ideia é falsa, visto que “o pensamento científico não se forma nem se transforma apenas pelo experimento, pelo contrário, anterior a práxis científica estão a ideia, o pensamento, o “conhecimento do conhecimento”. Além disso, ela afirma que “as verdades podem ser provisórias, e uma das funções da racionalidade é construir hipóteses que sustentem essas verdades, ao mesmo tempo em que, pela mesma via, desconstroem-se essas hipóteses e as verdades chamadas provisórias são substituídas. Para Freire-Maia (1998 *apud* FRANCELIN, 2004) a ideia de Ciência é dado como:

[...] conjunto de descrições, interpretações, teorias, leis, modelos etc., visando ao conhecimento de uma parcela da realidade [...], através de uma “metodologia especial”, no caso, a metodologia científica (FRANCELIN, 2004, p. 27).

O que aconteceu, no entanto, é que a experimentação científica como método comprovativo (que segue um roteiro) foi a que influenciou a Educação nas aulas

experimentais. Isso se estabeleceu, por exemplo, no ensino de Química. Silva et al. (2009), cita que Galileu também atribuiu a experimentação o papel central no fazer da ciência, que no caso é de “legitimadora”.

No que se refere ao papel da experimentação no processo de ensino e aprendizagem de Ciências, observa-se que há mais de um século as atividades experimentais foram implantadas nas escolas, fortemente influenciadas pelos trabalhos desenvolvidos nas universidades (SILVA et al., 2009). Neste aspecto, nota-se diante da opinião do autor a transposição da prática experimental para a escola, pois na década de 60, os projetos desenvolvidos pelo CHEMS (*Chemical Educational Material Study*) e CBA (*Chemical Bond Approach Project*) buscaram influenciar as escolas para que houvesse uma maior formação de pessoas aptas a trabalhar na área científica, resultando então na necessidade de reformulação do ensino de Ciências (SILVA et al., 2009).

O problema em volta dessa metodologia comprovativa na Educação consiste em afirmar que os resultados são verdadeiros, baseados apenas em reproduções previamente estabelecidas. Esse modelo experimental, dito como indutivo, fragmentado, preocupado em validar conhecimento pela produção de verdades com uso de testes experimentais impossibilita o estudante de refletir, tornando-o um simples reprodutor e impedindo-o de pensar, aceitando os fatos científicos como concretos e inquestionáveis.

No entanto, pesquisas no contexto escolar mostram que as concepções demonstrativas e empiricista-indutivistas (ou de verificação, ambas de caráter comprovativa) ainda prevalecem, embora haja um considerável número de trabalhos favorecendo a descoberta. O problema é que isso pode levar os estudantes a compreenderem o conhecimento científico como verdades inquestionáveis, absolutas, como se a Ciência tivesse e fosse a resposta para todas as coisas de modo atemporal, imutável e infalível (PERIUS; HERMEL; KUPSKE, 2013).

Acreditamos que o uso de experimentação do tipo demonstrativa ou de verificação no ensino de Química é fortemente influenciada por livros didáticos. Neste contexto, temos como objetivo avaliar as propostas de experimentação em Química Orgânica apresentadas em livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD 2015.

2 REVISÃO LITERÁRIA

2.1 As bases para o método científico: a experimentação

Durante a história da Ciência diferentes métodos se estabeleceram na perspectiva de validar a produção do conhecimento (HENRY, 1998). A partir do século XV tais aspectos começam a se intensificar devido a um cenário propício gerado pela ruptura religiosa, grandes navegações e, principalmente, pelos sintomas de crise gerados com a queda do modelo geocêntrico.

Esses acontecimentos contribuíram para o que Foucault (1977) denomina de deslocamento de poder. Ora, a concentração do poder até então nas mãos do clero e dos nobres passaram para a classe burguesa, as quais possuíam novas demandas (REGIS DE MORAIS, 1983). Entre as demandas estava a necessidade de qualidade de vida e usos tecnológicos, ou seja, a valorização da vida terrena ao invés de promessas metafísicas prometidas pela igreja. Essa atmosfera, somada à ruptura do paradigma geocêntrico, desencadeou uma crise metodológica na produção científica, trazendo a necessidade de rigor metodológico nas investigações como forma de validação e produção de verdades (ZAMBIASI, 2006).

Em decorrência dessa crise, origina-se um cenário completamente diferente, caracterizado pela precaução e cautela nos métodos de produção de conhecimentos. Mas em que consiste essa cautela? Ora, a derrubada do realismo aristotélico e o início do pensamento moderno trouxe a necessidade de uma teoria do método, uma teoria do conhecimento que valide a verdade. Na busca por um método que evite os erros provocados pelo realismo aristotélico judaico-cristão, destacam-se Francis Bacon (1561-1626) e René Descartes (1596-1650). De modo divergente, esses pensadores idealizam metodologias voltadas para os acertos, seja pela experiência ou pela dúvida (RAMOS, 2012, p. 30).

Tanto Francis Bacon quanto René Descartes se destacaram como pensadores que propuseram vieses metodológicos na tentativa de promover uma produção científica rigorosa. Entretanto, enquanto Descartes seguiu uma perspectiva racionalista lógica voltada aos cálculos matemáticos, Bacon se destacou pela proposição de um método investigativo pautado no rigor experimental.

Contudo, o presente trabalho, com sua perspectiva voltada para o processo de investigação científica no ensino de Química, se atém a dar um enfoque para o movimento metodológico baconiano e seu alcance no ensino de Química.

2.1.1 Bacon e o método experimental

Durante o século XVII, Bacon propôs que a meta da ciência seria o melhoramento da vida do homem na terra, podendo tal meta ser alcançada pela coleta de fatos por meio da observação organizada, seguida da experimentação e elaboração de teorias (CHALMERS, 1993). Em suas percepções, as concepções de ciência anteriores eram contemplativas, preocupando-se somente com a observação passiva, classificação e descrição sistemática dos fenômenos naturais (SMITH, 1996). Em sua obra *New Organon* (1620) - proposta para substituir a lógica do *Organon* de Aristóteles, Bacon decodifica e estrutura as bases da autoridade filosófica natural, promovendo a lógica indutiva acima da dedutiva (HENRY, 1998).

Para Bacon (1999) havia três causas que permitiam a estagnação naquele momento: o reduzido tempo dedicado às ciências, a negligência em relação às Ciências Naturais e a falta de metas sobre a produção de conhecimento. Diante disso propôs a instauração de uma nova forma de se produzir ciência, baseada na interpretação da natureza, a qual substituiria os métodos anteriores.

Essa forma investigativa ficou conhecida por “método indutivo”, consistindo em obter, por meio de observações e experiências, dados que possibilitassem a formulação progressiva de leis gerais a respeito do funcionamento da natureza, partindo de fatos particulares para as leis gerais. Tal método depende da observação e da experiência, haja vista que somente por meio delas é que as conclusões sobre o funcionamento da natureza poderiam ser formuladas e postas a prova. Dessa maneira, torna-se necessário que o cientista interfira na natureza, observando-a de modo a obter dados por meio da manipulação das variáveis componentes dos fenômenos para, só então, formular suas teorias sobre o funcionamento da natureza (ANDRADE, 1999).

Para essa proposta metodológica o sucesso do experimento mostrava o quão uma teoria era verdadeira e, sendo assim, tornava-a mais suscetível a aceitação por outras pessoas, até que outro provasse o contrário. “Conhecimento científico é

conhecimento confiável porque é conhecimento provado objetivamente” (CHALMERS, 1993 p. 18). De acordo com Chalmers (1993), a Ciência para Bacon era essencialmente experimental e consistia na observação e na derivação de teorias baseada no “raciocínio indutivo”, que consista em tirar conclusões através da lógica, a partir da análise dos dados. Na parte da observação, “o observador científico deve ter órgãos sensitivos normais e inalterados e deve registrar fielmente o que puder ver, ouvir etc.” (CHALMERS, 1993, p. 19).

Para tanto, o cientista deveria registrar os dados analisados de forma fiel para, posteriormente, desenvolver afirmações a respeito da sua análise. As análises e os resultados obtidos devem satisfazer condições para que as afirmações e postulados por mais que generalizadas, criem credibilidade através de experimentos. Os resultados analisados não devem ser discriminados, sendo que os mesmos dados, se conferidos por diferentes indivíduos devem conter os mesmos resultados (CHALMERS, 1993). Bacon, (1989 *apud* Giordan 1999, p. 3) comenta que ciência indutivista se resume a:

Só há e só pode haver duas vias para a investigação e para a descoberta da verdade. Uma, que consista no saltar-se das sensações e das coisas particulares aos axiomas mais gerais e, a seguir, a descobrirem-se os axiomas intermediários a partir desses princípios de sua inamovível verdade. A outra que recolhe os axiomas os dados e dos sentidos e particulares ascendendo continua gradualmente até alcançar em último lugar, os princípios de máxima generalidade. Este é o verdadeiro caminho, porém ainda não instaurado.

Para Bacon, o indutivismo deveria ser utilizado como critério de demarcação entre o que é científico ou não, proporcionando um aspecto diferenciador do caráter empírico para a explicação de fenômenos naturais. Nessa perspectiva, entende-se o método como forma de proteger a ciência de critérios subjetivos como a tradição, conjectura, ideologia ou emoção (HENRY, 1998).

O indutivismo por estar ligado às observações pressupõe-se que se todos os observadores possuam a mesma conclusão de resultados. Assim a teoria pode ser considerada válida e poderá, portanto, ser utilizada como argumento para todas as situações equivalentes. Giordan (2010) reforça que, nesta perspectiva indutiva, o acúmulo de observações e dados permite a formulação de enunciados mais genéricos que podem adquirir a força de leis ou teorias, dependendo do número de experimentos concordantes. Segundo Chalmers (1993), as generalizações se tornam possíveis dependendo do número de proposições de observação, as quais devem ser repetidas diversas vezes, e não conflitar com a lei universal derivada.

Apesar de Bacon, não ter conseguido articular totalmente seu método, foi capaz de influenciar várias gerações de filósofos naturais. Esses por sua vez criaram versões reducionistas alcançando-se a ideia de que o método experimental poderia funcionar como legitimador das produções científicas, contribuindo para uma visão linear cumulativa na epistemologia da Ciência.

2.1.2. As limitações da visão indutivista na experimentação

Apesar do método experimental ter surgido no século XVII e ser considerada uma inovação no campo da experimentação, a visão empírico-indutivista foi recebida por inúmeras críticas durante o século XX. A principal crítica tecida refere-se a análise feita pelos indutivistas, que era muito generalizadora e insustentável, já que o conhecimento científico “não pode ser derivado apenas em observações” (SILVEIRA; OSTERMANN, 2002). A justificativa para tal afirmação é que os indutivistas não conseguiam explicar divergências nos resultados observados. Se dentre todas as análises feitas, alguma anomalia surgia, esta era simplesmente descartada, pois era considerado erro por parte do observador. Sendo assim, segundo os indutivistas os enunciados universais deveriam ser aceitos como verdade absoluta, independente das observações que possam revelar o contrário. Popper (1993 *apud* SILVEIRA; OSTERMANN, 2002) citam que:

Ora, está longe de ser óbvio de um ponto de vista lógico, haver justificativa no inferir enunciados universais de enunciados singulares, independentemente de quão numerosos sejam estes; com efeito, qualquer conclusão colhida desse modo sempre pode revelar-se falsa; independentemente de quantos cisnes brancos possamos observar, isso não justifica a conclusão de que todos os cisnes são brancos (SILVEIRA; OSTERMANN, 2002, p. 13).

Não restam dúvidas da importância do estabelecimento do rigor metodológico nas produções científicas. Contudo, ao longo dos anos, novas demandas de construções científicas trouxeram a necessidade de se repensar o método baconiano. Como exemplo disso está o legado construído em microcenários da Ciência como na Física Relativística de Einstein. Desta forma, mesmo com o uso em voga da Física Clássica newtoniana, produções de conhecimento distantes da perspectiva metodológica

moderna, como a baconiana, emergiram como novas possibilidades incomensuráveis as anteriores (SOUSA SANTOS, 1988).

Apesar das rupturas paradigmáticas de cunho metodológico ocorrerem durante a produção da Ciência, parece que esse movimento mostra-se mais resistente no processo de recontextualização escolar da sala de aula. Como exemplo podemos citar que, ainda hoje, na maioria dos casos, durante as aulas de Ciências, ao se realizar uma atividade experimental, busca-se apenas reproduzir um roteiro indutivista. Essa visão indutivista tem permanecido arraigada na experimentação durante as aulas de Ciências, estabelecendo-se como um limitador, no mínimo sob duas óticas: i) do ponto de vista da aprendizagem, pois torna em vários momentos o experimento apenas como uma reprodução simplista, sem maiores discussões e implicações; ii) e do ponto de vista da reprodução de uma perspectiva epistemológica fragmentada sobre a produção científica (CACHAPUZ et al., 2005) reforçando a ideia de uma ciência salvacionista e infalível (RAMOS et al., 2012). Na tentativa de buscar artefatos capazes de costurar e amadurecer essa ideia, é apresentado na sequência algumas considerações sobre a origem da Química.

2.2 A origem da Química

A partir do século XV, o mundo começou a tomar um rumo diferente. A descoberta e a exploração de novas terras impulsionaram a curiosidade e a busca pela verdade nas demais áreas do conhecimento científico. Este ambiente mostrou-se profícuo para o desenvolvimento da ciência, dando origem ao que denominamos de Revolução Científica que perdurou entre os séculos XVI até o XVIII (OLIVEIRA; CARVALHO, 2006).

A Química surgiu, de acordo com os historiadores, como disciplina científica somente no século XVIII junto da obra desenvolvida por Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794).

Ao analisar a revolução química do século XVIII, Kuhn apontou Lavoisier como aquele que ofereceu à ciência química padrões de cientificidade que a tornaram uma ciência moderna. Aliás, a revolução lavoisieriana ofereceu um dos exemplos que melhor descreveu as ideias epistemológicas de Kuhn. A revolução química permitiu a Kuhn esclarecer melhor o que ele queria dizer

ao se referir a uma anomalia, à diferença entre uma descoberta e uma invenção científica, bem como para apontar um fato ímpar entre as revoluções científicas, qual seja, o da previsibilidade revolucionária de seu principal protagonista (MOCELLIN; 2003, p. 12).

Segundo Mocellin (2003, p. 62), Lavoisier acreditava que seria possível expressar sua convicção de que “a Ciência Química deveria ser revolucionada, e ser reconstruída sobre fundamentos que traduzissem fielmente os dados experimentais”. O processo dos gases seria o ponto chave para o desenvolvimento de uma nova visão da Química.

A Química é uma ciência muito ampla que desde o seu estudo real está sempre cheia e aberta para novos conhecimentos. Muitas das tecnologias que temos atualmente são provenientes de estudos ou de experimentos do passado que foram conduzidos por muitos anos até serem concluídos e, posteriormente, aperfeiçoados. Além disso, a Química está difundida no mundo inteiro e por isso ela foi utilizada de formas diferentes até a sua consolidação.

A Química tem um aspecto muito curioso em sua história, pois ela é vista de forma diferente de acordo com os antepassados e boa parte dela pode ser descrita através de suas descobertas. Os gregos antigos tiveram um papel fundamental nestas descobertas devido ao seu desenvolvimento cultural diferenciado das demais civilizações antigas, procurando sempre entender melhor o mundo ao seu redor. A sua busca pelo conhecimento era uma característica importante dos gregos visto que sempre pesquisavam o avanço na Ciência, na Arte e na Educação (NICHOLSON, 2004). No oriente asiático por outro lado temos a contribuição dos chineses para a evolução do Homem. Os taoístas eram conhecidos por alquimistas ou como “protoquímicos” e a maior contribuição deles foi à área medicinal. No século VII trabalharam muito na química experimental e desenvolveram muito bem essa prática tornando-se imprescindível para os conhecimentos atuais sendo que, nesta experimentação, eles buscavam a imortalidade física (RONAN, 1983). Essas descobertas são pequenas partes que levaram a construir o que denominamos atualmente como Química.

Até o século XIX a história ainda não tinha o que se chamava de “cientista”. O conhecimento científico existia, mas aquilo que caracterizaria uma ciência, que no caso eram os grandes debates, estariam sendo desenvolvidos e trabalhados desde o século XVI e XVII, respectivamente (BELTRAN et al., 2014). É válido dizer que, muito do que se discutia para denominar como “ciência” demorou décadas para serem aceitos, pois entre os pensadores da época muitas ideias se divergiam na questão de “o que é

ciência?” e “o que trabalha a ciência?”. As discussões, de acordo com Beltran et al. (2014), foram diminuindo gradativamente até que foi se estabelecendo regras oficiais sobre ciência.

“A ciência moderna, portanto, não surgiu de um dia para outro, nem a partir de uma única proposta. Desde suas origens ela foi gradativamente em meio a diversos debates em que questões de natureza ‘científica’ e ‘extracientífica’ se entrelaçaram, formando um rico tecido sobre o qual se debruça o historiador da ciência [...]” (BELTRAN et al., 2014, p. 78-79).

Apesar do mundo trabalhar em descobertas de novas tecnologias ou de conhecimentos voltados nesta área da ciência, a chamada “Química” da forma como conhecemos, ainda não estava consolidada como ciência disciplinar até o século XIX. Foi nesse período que houveram várias descobertas e a ascensão de grandes nomes como Michael Faraday e Louis Joseph Gay-Lussac, que contribuíram para o desenvolvimento da Química como disciplina (SCHEFFER, 1997).

O desenvolvimento da Química como disciplina sem dúvida teve suas razões voltadas inicialmente a problemas econômicos-sociais (SCHEFFER, 1997). Desse modo, o desenvolvimento do sistema capitalista e as novas economias passaram a “recrutar” mais pessoas, sendo que estas deveriam possuir conhecimentos sobre a Ciência. Essa necessidade não foi percebida somente em países desenvolvidos daquela época, ela também passou a influenciar países emergentes e independentes como o Brasil.

2.3 Experimentação no ensino de Ciências e suas influências no Brasil

As metodologias científicas utilizadas somente para fazer pesquisas começam a criar espaço no ensino e passam a ser trabalhadas e aplicadas na educação de estudantes. Os ideais positivistas que citam o conhecimento científico como uma única forma de conhecimento verdadeiro começa a ser integrado também por meio de aulas usando atividades práticas.

Junto das competências de selecionar e hierarquizar variáveis, segundo critérios de pertinência para a compreensão dos fenômenos, controlar e prever seus efeitos sobre os eventos experimentais, encadear logicamente sequências de dados

extraídos de experimentos são todos fatores de extrema importância e necessidade para o aprendizado experimental e científico do estudante (GIORDAN, 1999). O autor completa ainda que:

[...] a experimentação não só exerce a função de instrumento para o desenvolvimento dessas competências, mas também de veículo legitimador do conhecimento científico, na medida em que os dados extraídos dos experimentos constituíam a palavra final sobre o entendimento do fenômeno em causa (GIORDAN, 1999, p. 4).

As ideias relacionadas ao experimento como método comprovativo, baseado nos ideais positivistas, influenciaram fortemente a Educação até o final dos anos de 1960, que resultou na formação de estudantes com um conhecimento lógico e bem desenvolvido (GIORDAN, 1999). As aulas até este período eram descritas como indutivas, nas quais o estudante deveria observar e anotar os fatos que eram transmitidos a ele.

As ideias positivistas também tiveram influência no ensino do Brasil. Na época da Pós-Guerra Fria tivemos o desenvolvimento referente a formação de estudantes voltado a participação na área científica. Krasilchik (2000) cita que essa formação refere-se a preocupação em "impulsionar o progresso da ciência e tecnologia". Essa necessidade de pessoas capazes de atuar nas áreas científicas promoveu a obrigatoriedade das disciplinas científicas como, por exemplo, a Química nos currículos de formação no Ensino Médio Técnico. Paralelamente, à medida que o país foi passando por transformações políticas em um breve período de eleições livres, houve uma mudança na concepção do papel da escola que passava a ser responsável pela formação de todos os cidadãos e não mais apenas de um grupo privilegiado. A Lei 4.024 - Diretrizes e Bases da Educação, de 21 de dezembro de 1961, ampliou bastante a participação das ciências no currículo escolar, que passaram a figurar desde o 1º ano do curso ginasial. No curso colegial, houve também substancial aumento da carga horária de Física, Química e Biologia (KRASILCHIK, 2000).

A formação de cientistas tornou-se então, no ponto de vista político, necessária para o desenvolvimento da sociedade e, como consequência disso, os conteúdos trabalhados nas salas de aulas na área da ciência experimental, tinham cunho lógico e buscavam a formação de pessoas aptas a trabalharem em pesquisas. Krasilchik (2000) afirma que a forma com que os conteúdos são trabalhados, de como eles são

programados e desenvolvidos ao longo dos anos é consequência das políticas de ensino em Ciências e que o ensino nas escolas “refletem as maiores mudanças na sociedade – política, econômica, social e culturalmente” e que “a cada novo governo ocorre um surto reformista que atinge principalmente os ensinos básicos” (KRASILCHIK, 2000). Basicamente a necessidade de formação de cientistas está voltada diretamente às políticas de ensino e somente ao interesse de produção.

A formação de profissionais nas áreas da ciência em geral passou a ser motivo de preocupação visto que conforme o avanço tecnológico ocorria, os países desenvolvidos buscavam por avanços e descobertas que proporcionassem a evolução da sociedade. Conforme o decorrer da história, as políticas de ensino e as escolas continuaram a sofrer mudanças referentes à formação de estudantes. Na ditadura militar, como cita Krasilchik (2000), por exemplo, as escolas tornaram-se principalmente tecnicistas buscando a formação de trabalhadores e deixando, então, de enfatizar a cidadania, já que os conteúdos como filosofia, sociologia e artes foram descartados e desvalorizados. Como consequência de toda a intervenção política interna e externa, as aulas práticas experimentais seguiam o mesmo rumo. Nesse período a experimentação tinha como propósito o treinamento e a prática lógica do estudante.

A ideia nas escolas de formação de estudantes preparados para serem aptos na área profissional é uma ideia considerada antiga e um tanto defasada para alguns filósofos e pedagogos como Dermeval Saviani. Em seu livro *Pedagogia histórica-crítica: primeiras aproximações* (2008), por exemplo, Saviani cita que a escola existe “para propiciar a aquisição dos instrumentos que possibilitam o acesso ao saber elaborado, bem como o próprio acesso aos rudimentos desse saber”.

Visto que a importância da escola não deveria se basear em uma formação tecnicista, mas sim na formação de estudantes críticos, houve então nas últimas décadas, pesquisas e desenvolvimentos de metodologias de ensino que buscavam uma maior participação do estudante e um melhor desenvolvimento do seu pensamento. Dentre elas temos o ensino por investigação.

É de conhecimento dos professores de ciências o fato de a experimentação despertar um forte interesse entre estudantes de diversos níveis de escolarização. Alguns estudos sobre experimentação para o ensino de ciências (MALDANER; PIEDADE, 1995; GIORDAN, 1999; GALIAZZI; GONÇALVES, 2004; FRANCISCO JR.; FERREIRA; HARTWIG, 2008) afirmam que os professores a consideram importante por contribuir para o aprendizado dos conceitos científicos por parte dos estudantes. De

acordo com Francisco Júnior.; Ferreira; Hartwig (2008), a experimentação pode ser trabalhada pelos professores de três formas distintas: (i) ilustrativa - empregada para demonstrar conceitos discutidos anteriormente sem muita discussão dos resultados experimentais; (ii) investigativa - empregada anteriormente à discussão conceitual, visando obter informações que subsidiem a discussão teórica, a reflexão, as ponderações e as explicações, de forma que o estudante compreenda não só os conceitos, mas a diferente forma de pensar e falar sobre o mundo por meio da ciência e (iii) problematizadora - pautada na pedagogia problematizadora de Paulo Freire e nos três momentos pedagógicos de Delizoicov -, que almeja ir além da experimentação investigativa, na medida em que propõe a leitura, a escrita e a fala como aspectos indissolúveis da discussão conceitual dos experimentos, na qual o professor deve suscitar nos estudantes o espírito crítico, a curiosidade, a não aceitação do conhecimento simplesmente transferido.

No entanto, segundo Araújo e Abib (2003) e Oliveira (2010), as atividades experimentais podem ser classificadas em três tipos de abordagens ou modalidades (atividades de demonstração, de verificação e de investigação), Quadro 1.

	Tipos de abordagem atividades experimentais		
	DEMONSTRAÇÃO	VERIFICAÇÃO	INVESTIGAÇÃO
Papel do professor	Executar o experimento; fornecer as explicações para os fenômenos	Fiscalizar a atividade dos alunos; diagnosticar e corrigir erros	Orientar as atividades; incentivar e questionar as decisões dos alunos
Papel do aluno	Observar o experimento; em alguns casos, sugerir explicações	Executar o experimento; explicar os fenômenos observados	Pesquisar, planejar e executar a atividade; discutir explicações
Roteiro de atividade experimental	Fechado, estruturado e de posse exclusiva do professor	Fechado e estruturado	Ausente ou, quando presente, aberto ou não estruturado
Posição ocupada na aula	Central, para ilustração; ou após a abordagem expositiva	Após a abordagem do conteúdo em aula expositiva	A atividade pode ser a própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo
Algumas vantagens	Demandam pouco tempo; podem ser integrada à aula expositiva; úteis quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente para todos os alunos realizarem a prática	Os alunos têm mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos; é possível verificar através das explicações dos alunos se os conceitos abordados foram bem compreendidos	Os alunos ocupam uma posição mais ativa; há espaço para criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes; o "erro" é mais aceito e contribui para o aprendizado
Algumas desvantagens	A simples observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil para manter a atenção dos alunos; não há garantia de que todos estarão envolvidos	Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; o fato dos resultados serem relativamente previsíveis não estimula a curiosidade dos alunos	Requer maior tempo para sua realização. Exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais

QUADRO 1 – Principais características das atividades experimentais de demonstração, de verificação e de investigação.

Fonte: Oliveira (2010).

As aulas experimentais podem ser empregadas com diferentes objetivos e fornecer variadas e importantes contribuições no processo de ensino e aprendizagem de Ciências. Segundo Carvalho et al. (2004), os fatos e os conceitos se constituem em apenas um dos conteúdos a serem trabalhados e - tão importante quanto - outros tipos de saberes (conceitual, procedimental, atitudinal) também podem ser favorecidos.

2.4 Ensino por investigação

O ensino por investigação baseia-se em torno da investigação de um problema que deve ser trabalhado e desenvolvido por meio de testes, que devem explorar os conhecimentos previamente discutidos. O problema que será trabalhado no ensino por investigação deve conter fatores que o torne desafiador e interessante. Para Carvalho (2013), este problema deve estar “dentro de sua cultura”, ou seja, necessita estar relacionado com a sua prática do cotidiano, do círculo social do estudante. Além disso, ela afirma que a resolução desse problema que está inserido na cultura do estudante permitirá “que eles exponham seus conhecimentos espontâneos sobre o assunto” o que facilitará na discussão em torno do tema. Fatores como discussão, curiosidade e desenvolvimento de hipóteses são cruciais para que a investigação se diferencie dos modelos tradicionais de ensino. Temos então que uma atividade com carácter investigativo deve apresentar:

[...] 1. Conter um problema. O problema é, na sua essência, uma pergunta que se faz sobre a natureza. Não há investigação sem problema. Assim, a primeira preocupação do professor consiste em formular um problema que instigue e oriente o trabalho a ser desenvolvido com os alunos. 2. [...] devem desencadear debates. 3. Propiciar o desenvolvimento de argumentos, por meio de coordenação de enunciados teóricos e evidências. 4. Motivar e mobilizar os estudantes. 5. Propiciar a extensão dos resultados encontrados (CARVALHO et al., 2011, p. 4).

Carvalho (2004) afirma que tudo isso ajuda o estudante a “raciocinar e a construir seu conhecimento”. Como consequência de todo esse processo o professor deixa de ser o único sujeito ativo e passa a tornar-se um sujeito mediador no processo de ensino e aprendizagem.

O ensino por investigação por ser derivado de um problema, necessita levar em consideração o conhecimento prévio. Esse conhecimento consiste no próprio conhecimento empírico trazido pelo estudante, que será associado com o conhecimento científico apresentado posteriormente pelo professor. A junção desses dois possibilita a valorização do conhecimento do estudante o que tornará a futura investigação mais agradável e divertida. Além disso, todo esse desenvolvimento permitirá, possivelmente, a construção de futuros novos conhecimentos pelo estudante. É altamente recomendável, de acordo com Duarte (1999), que a investigação envolva tópicos atrativos e intrigantes para que chamem e prendam a atenção do estudante. Esses tópicos podem ser abordados de diversas maneiras utilizando-se, por exemplo: vídeos, debates, notícias referentes ao assunto, etc.

Para que todo esse processo seja possível de acontecer é necessário, por parte do professor, um conhecimento muito amplo sobre o assunto que será trabalhado. A importância dessa necessidade refere-se as possíveis questões que os estudantes podem levantar e na própria orientação por parte do professor na atividade investigativa.

Um fator muito importante no ensino por investigação é o erro. O erro, nessa perspectiva, é responsável por parte do processo de desenvolvimento do conhecimento do estudante. Carvalho (2004) diz que o erro é importante “na construção de novos conhecimentos”. Utilizando-se da construção desses novos conhecimentos e acompanhando essa ideia de raciocínio, temos os ideais piagetianos citados por Castorina (1988 *apud* DAVIS; ESPÓSITO 1990), em que “aprender, em suma, não consiste em incorporar informações já construídas e, sim, em redescobri-las e reinventá-las através da própria atividade do sujeito”. Em outras palavras, o estudante se tornará o sujeito ativo no ensino por investigação. Carvalho (2014) em relação ao erro afirma que “quando superado pelo próprio estudante, ensina mais que muitas aulas expositivas quando o estudante segue o raciocínio do professor e não o seu próprio”. É muito importante salientar que o professor é o mediador e sua função refere-se, como citado anteriormente em intervir para auxiliar o estudante para que o mesmo não fique preso em um ciclo eterno de suas dúvidas. Em suma, todo processo investigativo, incluindo o conteúdo, as discussões, relação professor-estudante, o problema a ser discutido e o ato de desvendar do estudante, para Sá et al. (2008 *apud* ALMEIDA, 2014) consiste em:

[...] uma estratégia de ensino que engloba atividades centradas no aluno, possibilitando o desenvolvimento da autonomia e da capacidade de tomar decisões, de avaliar e de resolver problemas [...]. Aprender a investigar

envolve aprender a observar, planejar, levantar hipóteses, realizar medidas, interpretar dados, refletir e construir explicações de caráter teórico (ALMEIDA et al., 2014, p. 6758).

2.5 A experimentação nos livros didáticos de Química

O livro didático é um material muito importante para o educador em sala de aula. É por meio dele que o professor pode desenvolver a sua aula e promover então um aprendizado melhor para seus estudantes. O livro didático não é considerado uma ferramenta obrigatória no ensino, mas é altamente recomendada devida a sua vasta gama de informações. Reconhecemos o quão importante o livro didático pode ser para o aprendizado dos estudantes, sendo este responsável por ampliar o “leque” de materiais disponíveis para o professor utilizar em sala de aula.

Nos últimos vinte anos, influenciado pela sociologia e pela história da leitura, o livro didático tem sido objeto de várias teses universitárias, ganhando cada vez mais status de objeto de estudo e ocupando papel de destaque na recente história das disciplinas escolares. Hoje, o estudo e a constituição da história do livro didático, assim como a preservação de acervos, tem reunido pesquisadores em torno de núcleos institucionais, sobretudo nas Faculdades de Educação, de Letras e de Comunicação, sendo que alguns grupos de universidades diferentes desenvolvem projetos em parceria (DIONÍSIO; MUNAKATA; RAZZINI, 2002, p. 94).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) buscam, a todo momento, melhorar a relação entre professor e livro didático, já que diversas vezes no nosso ensino atual temos o desencontro entre ambos (DIONÍSIO; MUNAKATA; RAZZINI, 2002). O problema dessa desconexão revela-se justamente nas aulas aplicadas pelos professores, que muitas vezes tornam-se repetitivas ao longo dos anos e ficam obsoletas devida a falta de atualização. Além disso, dependendo do material didático que deveria ser utilizado pelo educador, as aulas que poderiam ser trabalhadas de formas contextualizadas - na qual o estudante poderia participar ativamente para compreender o mundo ao redor - se resumem a aulas tradicionais que tratam o estudante como mero receptor do conhecimento. Além disso, muitas vezes o livro didático é aquele “quem determina a maneira e a sequência das apresentações dos temas” e como consequência disso, aquilo que era para ser utilizado como “material de apoio” para as aulas, acaba se tornando uma referência a ser seguida na medida (MARTORANO; MARCONDES, 2009). O professor que utiliza do livro

didático somente como referência para suas aulas passa a ignorar as evoluções que ocorrem no mundo das ciências. Adicionalmente, um erro muito comum dos professores é justamente não ler o manual do professor que está inserido no livro didático.

O manual do professor, muitas vezes, contém informações adicionais de como determinada atividade pode ser abordada em sala de aula. Além disso, os autores dos livros didáticos sugerem atividades alternativas, que podem substituir as indicadas no livro didático, em caso de falta de material ou alguma indisponibilidade do professor. Nesses manuais, encontram-se também propostas de atividades experimentais extras, bem como referências adicionais, ampliando dessa forma o repertório de possibilidades do professor.

Os livros didáticos de Química no Brasil apresentam uma divisão rígida entre os conteúdos da Química, geralmente classificando-a em três grandes áreas: Química Geral, Físico-Química e Química Orgânica. A Química Orgânica é vista, geralmente, na 3ª série do Ensino Médio, como um campo quase que separado da Química, transparecendo a ideia de que os princípios e leis aprendidos na Química Geral ou Físico-Química nada têm a ver com os compostos de carbono.

Ainda sobre a experimentação, Marcondes et al. (2015) afirmam que a experimentação didática deve ser usada para formação (e não comprovação) de conceitos. Neste cenário, a prática experimental presente nos livros didáticos deveriam ser trabalhadas nessa perspectiva, que vai além da “comprovação científica”. Na verdade, o ato de comprovar é justamente o menos importante na experimentação didática. Giordan (1999) atribui que as práticas experimentais “exerce a função não só de instrumento para o desenvolvimento dessas competências, mas também de veículo legitimador do conhecimento científico”. De acordo com o autor os experimentos devem auxiliar no entendimento dos fenômenos.

Nos livros didáticos, observa-se que há experimentos que possuem características que o qualificam como sendo de caráter comprobatório. No entanto, no manual do professor não é incomum observar esses mesmos experimentos serem indicados pelos autores para serem trabalhados de maneira diferente, alegando que os experimentos só se apresentam daquela maneira no livro didático para facilitar a compreensão dos procedimentos e materiais que serão utilizados na atividade.

3 OBJETIVO

3.1 Objetivo Geral

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o papel pedagógico de propostas de experimentação apresentadas em livros didáticos de Química utilizados na Educação Básica.

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar quantitativamente e qualitativamente as propostas de experimentação relacionadas à Química Orgânica em livros didáticos de Química;
- Avaliar, segundo diretrizes do PNLD, a visão dos autores de livros didáticos sobre o papel da experimentação no ensino Química.

4 METODOLOGIA

O método de procedimento utilizado neste trabalho foi uma pesquisa exploratória, cujo objetivo, segundo Gil (2008), é familiarizar-se com um assunto ainda pouco conhecido, pouco explorado. Como qualquer pesquisa, ela depende também de uma pesquisa bibliográfica, pois mesmo que existam poucas referências sobre o assunto pesquisado, nenhuma pesquisa começa totalmente do zero. Para isto, analisamos uma vasta bibliografia acerca do tema, com o objetivo de investigar se a experimentação em Química Orgânica presente nos livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD 2015 possuem as características indicadas no Guia de livros didáticos - documento elaborado por pesquisadores da área de Ensino de Química e distribuído aos professores como guia para seleção da coleção a ser adotada na escola - e em pesquisas acadêmicas em Ensino de Química do Brasil.

4.1 Objetos de estudo

Neste trabalho avaliamos quatro livros (livro do professor)¹ que abordam conteúdos relacionados à Química Orgânica que fazem parte de coleções de livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD 2015 (Quadro 2).

Quadro 2 - Dados técnicos dos livros de Química Orgânica avaliados neste trabalho.

Nome da coleção	Autor(es)	Editora	Edição	Ano	Número de páginas	Volume
Química	Martha Reis	Ática	1ª Edição	2014	424	3
Química	Eduardo Fleury Mortimer Andréa Horta Machado	Scipione	2ª Edição	2014	416	3
Ser Protagonista	Murilo Tissomi Antunes	SM Ltda.	2ª Edição	2013	384	3
Química Cidadã	Wildson Santos Gerson Mol	AJS Ltda.	2ª Edição	2013	464	3

Fonte: Autoria própria.

¹ Escolhemos o livro do professor como objeto de estudo neste trabalho para analisar a visão dos autores sobre como a experimentação deve ser utilizada no processo de ensino e aprendizagem de Química (estes aspectos, geralmente, estão explícitos apenas no manual do professor).

4.2 Análise dos livros didáticos

Em um primeiro momento realizamos, uma leitura flutuante (no livro do aluno e no manual do professor) para identificar propostas de atividades experimentais, assim como discursos que permitiriam identificar a visão do autor sobre o papel da experimentação no processo de ensino e aprendizagem de Química. Na sequência realizamos um fichamento com as seguintes informações: título do experimento, a página onde está localizado, posição no livro, os conteúdos trabalhados no experimento e dados adicionais (citação de referências complementares ou que indique a origem do experimento, textos informativos, explicações, entre outros).

A classificação quanto à abordagem das atividades experimentais (demonstração, verificação e investigação), presentes nos livros didáticos avaliados, foi realizada segundo Oliveira (2010).

Para uma análise mais detalhada sobre a experimentação em Química Orgânica - que pudesse ser relacionada a visão do autor sobre o papel da experimentação no processo de ensino e de aprendizagem de Química e como esta deve ser abordada para alcançar tais objetivos -, selecionamos algumas atividades experimentais presentes em cada um dos livros didáticos avaliados. As experimentações selecionadas foram analisadas segundo quatro indicadores presentes na "Ficha de avaliação da obra" apresentada no Guia dos Livros Didáticos de Química (BRASIL, 2014):

- A obra apresenta experimentos adequados à realidade escolar, com periculosidade controlada, alertando acerca dos cuidados específicos para os procedimentos experimentais, bem como para o descarte adequado dos resíduos?
- A obra apresenta, em suas atividades, uma visão de experimentação que se alinha com uma perspectiva investigativa, favorecendo a apresentação de situações-problema que fomentem a compreensão dos fenômenos, bem como a construção de argumentações?
- O Manual do Professor apresenta alertas claros sobre a periculosidade dos procedimentos experimentais e oferece alternativas na escolha dos materiais?
- O Manual do Professor apresenta propostas de atividades experimentais complementares?

Além dos indicadores mencionados, buscamos avaliar se existe coerência entre a função da experimentação (apresentada no manual do professor) e as atividades indicadas no livro didático.

5 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), para a componente curricular Química (Quadro 3), observamos que a coleção "Química" de autoria de Martha Reis corresponde a 40,72%; a coleção "Ser protagonista" de autoria de Murilo Tissomi Antunes corresponde a 30,95%; a coleção "Química cidadã" de Wildson Santos e Gerson Mol corresponde a 21,14% e a coleção "Química" de Eduardo Fleury Mortimer e Andrea Horta Machado corresponde a 7,19% dos livros distribuídos para as escolas públicas brasileiras (BRASIL,).

Com relação ao número de atividades experimentais em Química Orgânica (Quadro 3) observamos que as coleções de autoria de Martha Reis, Wildson Santos e Gerson Mol, Eduardo Fleury Mortimer e Andrea Horta Machado apresentam menos propostas do que a coleção de autoria de Murilo Tissomi.

Quadro 3 - Algumas informações a respeito dos livros didáticos selecionados para análise.

Nome da coleção	Autores	Quantidade de livro por coleção	Número de experimentos
Química	Martha Reis	3.075.146	6
Ser protagonista	Murilo Tissomi Antunes	2.337.200	14
Química cidadã	Wildson Santos Gerson Mol	1.596.318	4
Química	Eduardo Fleury Mortimer Andrea Horta Machado	543.355	4

Fonte: Autoria própria.

Para facilitar a discussão sobre a experimentação em Química Orgânica nos livros avaliados, realizamos a apresentação dos resultados e a discussão sobre estes em quatro seções: obra de Martha Reis (seção 5.1), obra de Murilo Tissomi Antunes (seção 5.2), obra de Wildson Santos e Gerson Mol (seção 5.3) e obra de Eduardo Fleury Mortimer e Andrea Horta Machado (seção 5.4).

5.1 Análise da experimentação na obra de Martha Reis (2014)

A coleção de Martha Reis (2014) possui três volumes, cada um abrangendo uma subárea da Química (Geral, Físico-Química e Orgânica). No volume 3 dessa obra, identificamos a presença de dezesseis capítulos de Química Orgânica: 1. Petróleo; 2. Nomenclatura; 3. Hidrocarbonetos; 4. Petróleo, hulha e madeira; 5. Haletos orgânicos; 6. Funções oxigenadas; 7. Funções nitrogenadas; 8. Isomeria constitucional; 9. Reações de substituição; 10. Reações de adição; 11. Outras reações orgânicas; 12. Polímeros sintéticos; 13. Introdução à bioquímica; 14. Lipídios; 15. Carboidratos; 16. Proteínas.

Ao realizar a leitura flutuante do volume 3 da coleção "Química" de autoria de Martha Reis (2014) identificamos a presença de seis atividades experimentais (Quadro 4), em seções denominadas de "experimento", que estão relacionados aos conteúdos de hidrocarbonetos, interações intermoleculares, isomeria, polímeros sintéticos e proteínas. Para os demais conteúdos de Química Orgânica não são apresentadas atividades experimentais, ou mesmo sugestões de referências complementares sobre experimentação que o professor poderia utilizar. Cinco das atividades experimentais propostas são apresentadas no livro do aluno e uma atividade experimental, para o conteúdo de polímeros sintéticos, é apresentada apenas no manual do professor.

Quadro 4 - Informações sobre experimentos de Química Orgânica presentes na obra de Marta Reis.

Título	Página	Posição	Conteúdo
Sachês perfumados	45	Livro do aluno	Capítulo 3 - Hidrocarbonetos
Teor de álcool na gasolina	68	Livro do aluno	Capítulo 4 - Petróleo, hulha e madeira.
Construção de modelos - enantiômeros	145	Livro do aluno	Capítulo 8 - Isomeria molecular
Modificando a estrutura do polímero	224	Livro do aluno	Capítulo 12 - Polímeros Sintéticos
Extrato glicólico de proteínas do leite	279	Livro do aluno	Capítulo 16 - Proteínas
Reconhecendo o tipo de plástico	395	Manual do professor	Capítulo 12 - Polímeros Sintéticos

Fonte: Autoria própria.

Apesar do experimento "Teor de álcool na gasolina" ser uma possibilidade de experimentação a ser utilizada para trabalhar conhecimentos químicos relacionados a dimensões políticas, econômicas e ambientais associadas ao uso de combustíveis fósseis, a mesma é apresentada na seção "Cotidiano do Químico" e não na seção "experimento".

Na apresentação do terceiro volume, ao dialogar com o estudante, Martha Reis indica que o estudo da Química fornecerá informações que farão o estudante compreender cada vez melhor o funcionamento do corpo, do meio ambiente e da vida em sociedade. Segundo a autora, as consequências dessas informações e conhecimentos serão refletidas no ato de exercer a cidadania e na tomada de decisões, pois eles darão ao estudante a capacidade de avaliar o impacto dessas escolhas tanto no meio ambiente quanto na saúde do mesmo.

No manual do professor, Martha Reis incorpora em seu discurso a proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PNC) enquanto metodologia de ensino. A autora discute o papel do professor para construção de conhecimentos, evocando, para isto, as competências e habilidades necessárias para o aprendizado da Química. A autora sugere também que o aprendizado não seja fragmentado, valorize a interdisciplinaridade, a contextualização e o estabelecimento de inter-relações entre os diversos tipos de conhecimento, proporcionando uma capacidade de resolver problemas e entender determinados fenômenos sobre os vários pontos de vista.

Em relação a experimentação, a autora afirma que:

Geralmente as aulas de Química são vistas pelos alunos como difíceis. Para tentar minimizar essa ideia e tornar as aulas mais agradáveis, acredita-se que o experimento possa proporcionar, tanto ao aluno quanto ao professor, uma atividade positiva (REIS, 2014, p. 324).

Ao analisar esta ideia inicial da autora, podemos perceber que as atividades experimentais possuem a função de recurso facilitador no processo de ensino e de aprendizagem de Química. Além disso, serve como “entretenimento” para que a aula não seja cansativa e chata. Entretanto, nessa mesma seção, a autora apresenta como objetivos importantes a serem considerados na realização de experimentos:

[...] gerar hipóteses, estimular o senso crítico a partir das observações que são feitas, estimular o caráter científico, tornar as aulas mais dinâmicas, buscar soluções para problemas (REIS, 2014, p. 324).

Sendo assim, a experimentação, na visão da autora, é um recurso que, além de facilitar o processo de ensino e de aprendizagem, contribui para a formação de um cidadão crítico. Este entendimento está alinhado com o discurso apresentado na seção "conheça seu livro", no qual a autora informa que os experimentos são investigativos, utilizados para introduzir um assunto, com o intuito de despertar questionamentos e a vontade de continuar aprendendo.

Além disso, a autora preocupa-se na sugestão de experimentos com materiais baratos, de fácil acesso e que não oferecerá riscos para o estudante, para o professor e para o meio ambiente. Dicas de segurança são apresentadas em boxes - que apresentam os dizeres “Cuidado! Responsabilidade é tudo!” -, no qual a autora alerta sobre a necessidade de uso de equipamentos de segurança para manipular reagentes, informa sobre problemas (sintomas e nível de toxicidade) que podem ser causados pelo contato com os reagentes que serão manipulados, assim como ressalta a importância do descarte adequado dos rejeitos gerados em cada atividade.

Após analisar as características das atividades experimentais indicadas no Quadro 4, observamos que quatro delas apresentam caráter de verificação e uma de ilustração de conteúdos trabalhados anteriormente. Apenas uma das atividades experimentais, apresentada no manual do professor, pode ser classificada como verificação ou investigação, dependendo do entendimento do professor e forma como este desenvolverá a atividade com os estudantes. O discurso da autora (Quadro 5), seja no livro do aluno ou no manual do professor, pode ser utilizado para reforçar a classificação atribuída. Para todas as atividades propostas observamos ações (observar, visualizar, reconhecer, constatar) que estão associadas às abordagens do tipo demonstração e verificação, assim como indicação de realização da atividade experimental após a abordagem conceitual.

Quadro 5 - Tipos de abordagem das atividades experimentais apresentadas na obra de Martha Reis (2014).

Título	Abordagem	Discurso da autora	Posição
Sachês perfumados	Verificação	O intuito desta atividade experimental é observar o comportamento de uma mistura de hidrocarboneto em especial, a parafina, submetida a aquecimento e resfriamento... (p. 344) É interessante realizar esse experimento após a abordagem dos conteúdos . (p. 344)	Posterior
Teor de álcool na gasolina	Demonstração	Se achar conveniente faça a demonstração no pátio do colégio (ao ar livre) conforme descrito na seção <i>Cotidiano do químico</i> . (p. 348).	Posterior
Construção de modelos - enantiômeros	Verificação	... Poucas pessoas conseguem visualizar no espaço a diferença entre dois enantiômeros. É por isso que usamos modelos. Você não tem modelos? Então vamos contruir alguns! (p. 144)	Posterior
Modificando a estrutura do polímero	Verificação	Vamos verificar isso por meio de um experimento? (p. 223) Note que propomos este experimento propositalmente após falar do processo de vulcanização da borracha para dar uma "pista" ao aluno do que pode ter ocorrido na estrutura do polímero, ou seja, as ligações cruzadas... (p. 392)	Posterior
Extrato glicólico de proteínas do leite	Verificação	Falamos bastante sobre hidrólise de proteínas e obtenção de aminoácidos. Vamos fazer um experimento para visualizar esse fenômeno? (p. 279) O objetivo dessa atividade experimental é observar a hidrólise de uma proteína e constatar que se trata de um fenômeno irreversível... (p. 407)	Posterior
Reconhecendo o tipo de plástico	Verificação	O objetivo desta atividade é reconhecer o tipo de plástico por meio de um experimento simples e de baixo custo. (p. 395) O critério para diferenciação dos materiais é a diferença de densidade. (p. 396)	Posterior

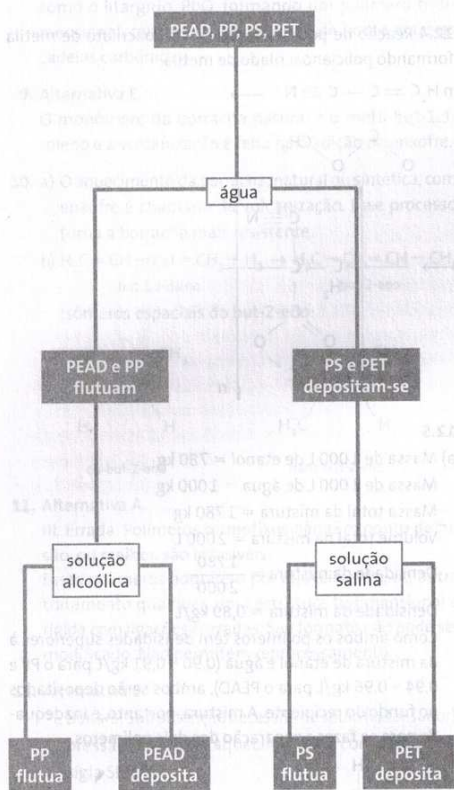
		O esquema (indicado na Figura 1) a seguir representa a separação dos plásticos em contato com a água, solução alcoólica e solução salina. (p. 396)	
	Investigação	Solicite que organizem as informações em forma de esquema e tentem levantar hipóteses sobre os resultados obtidos. (p. 396)	Posterior

Fonte: Autoria própria.

Na Figura 1 é apresentada a página onde está localizada a atividade experimental "Reconhecendo o tipo de plástico". Pode-se observar que a autora não indica a forma como a atividade experimental deve ser realizada, ficando a cargo do professor definir qual das abordagens (verificação ou investigação) utilizará.

O critério para diferenciação dos materiais é a diferença de densidade.

O esquema a seguir representa a separação dos plásticos quando em contato com a água, solução alcoólica e solução salina.



Densidades aproximadas em g/cm^3 dos materiais usados no experimento, a aproximadamente 25°C (a densidade varia conforme a massa molecular do polímero, ou seja, conforme o grau de polimerização obtido):

PEAD (polietileno de alta densidade): 0,935 a 0,960

(Observação: a densidade do PEBD, polietileno de baixa densidade, varia entre 0,910 e 0,925)

PP (polipropileno): 0,900 a 0,910

PS (poliestireno): 1,040 a 1,080

PET (polietileno tereftalato): 1,220 a 1,400

(Observação: o PET pode ser substituído por PVC, densidade variando entre 1,300 e 1,350)

Água: $\sim 0,99$

Álcool etílico hidratado a $\sim 50\%$: $\sim 0,76$

Solução saturada de água e sal: $\sim 1,2$

Manual do Professor

AGUIAR, Mônica R. Marques Palermo de; ARCANJO, Maria Elena; CARVALHO, Elaine Luiz de; LEITE, Marcia C. A. M.; OLIVEIRA, Rachel Ouvinha de; SANTA MARIA, Luiz Claudio de. Coleta seletiva e separação de plásticos. *Química Nova na Escola*, n. 17, maio, 2003. Extraído do site: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc17/a08.pdf>>.

Acesso em: 14 mar. 2013.

FRANCHETTI, Sandra Mara M.; MARCONATO, José Carlos. A importância das propriedades físicas dos polímeros na reciclagem. *Química Nova na Escola*, n. 18, novembro, 2003.

Materiais

- Pedacos de plástico (copo descartável de café (PS), embalagem de margarina (PP), garrafa de água ou embalagem de detergente (PEAD), embalagem de óleo de cozinha ou de refrigerante (PET) ou pedaco de cano ou mangueira (PVC)
- Álcool etílico (álcool comercial)
- Sal de cozinha
- Uma colher de chá
- Três potes de sorvete vazios
- Copinho descartável de café
- Copo descartável de água

Como fazer

Sem conhecer o tipo de plástico, é possível identificá-lo a partir de suas densidades, cujos valores são tabelados.

Prepare os potes de sorvetes da seguinte forma:

Pote 1: somente água.

Pote 2: solução alcoólica (um copo de água e um copo de álcool etílico 96°GL)

Pote 3: solução salina (dois copos de água mais três copinhos de café de sal)

Peça que cada grupo coloque os pedacos de plástico em cada um dos potes e anote os resultados em forma de tabela.

Solicite que organizem as informações em forma de esquema e tentem levantar hipóteses sobre os resultados obtidos.

Compreendendo o mundo

Nesta unidade estudamos as reações orgânicas, incluindo as reações de polimerização que dão origem aos materiais mais utilizados, práticos, vantajosos economicamente e problemáticos ecologicamente, os plásticos.

Paralelamente refletimos sobre vários aspectos do consumismo, os fatores que geram esse hábito ou essa vontade que muitas vezes pode levar um jovem a praticar um ato ilícito (quem nunca ouviu falar de adolescentes envolvidos em roubos ou homicídios por causa de carro, moto ou uma peça aparentemente banal como um par de tênis?).

Nesse sentido é assustadora a força da propaganda, capaz de levar uma pessoa a desejar tanto uma coisa a ponto de cometer um crime.

Além disso, há os hábitos alimentares errados que comprometem a saúde a longo prazo e os estímulos ao consumo de álcool e tabaco, que tantos transtornos causam ao sistema de saúde público.

Figura 1 - Atividade experimental "Reconhecendo o tipo de plástico" presente na obra de Martha Reis.

Fonte: Reis (2014)

Apresentamos a seguir uma das atividades experimentais - Modificando a estrutura do polímero - apresentada no livro da autora Martha Reis (Figura 2). Observamos que características principais para as atividades experimentais propostas que: (i) todas possuem um título; (ii) a proposta é dividida nas seções material necessário, como fazer e investigue; (iii) nos casos em que a experimentação envolve a

manipulação de substâncias químicas, informações adicionais sobre segurança e descarte de rejeitos são apresentadas.

EXPERIMENTO

Modificando a estrutura do polímero

Material necessário

- poliacetato de vinila, PVA (cola branca solúvel em água)
- bórax (tetraborato de sódio deca-hidratado, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$), encontrado em farmácias
- água
- corante alimentício
- palito de madeira (palito de sorvete)
- 1 colher de café de plástico
- 3 copos de plástico descartáveis para suco (copos grandes)
- 3 copos de plástico descartáveis para café (copos pequenos)
- 1 par de luvas de borracha

Como fazer

Vista as luvas de borracha e comece o experimento preparando uma solução aquosa de bórax com título igual a 0,04 (4% em massa). Para isso, a rigor, teríamos de diluir 4 g de bórax em 96 g de água. Obter medidas tão precisas de substâncias exige aparelhagens sofisticadas e treinamento para utilizá-las. Então, vamos fazer algumas aproximações.

Utilize o copo descartável pequeno (= 50 mL) como medida.

Coloque dois copos pequenos de água em um copo grande e adicione uma colher de café (não muito cheia) de bórax. Mexa bem até dissolver todo o sólido. Está pronta a solução aquosa de bórax com título em massa aproximadamente igual a 0,04 (4%). Esta é a sua solução 1. Reserve.

CUIDADO!
Responsabilidade é tudo!

Dica de segurança
Use as luvas de borracha ao manipular o bórax, pois o contato com a pele ou mucosas pode causar irritação, vermelhidão, coceira e dor. A inalação do bórax pode causar irritação ao sistema respiratório, os sintomas incluem tosse e diminuição da frequência respiratória. A ingestão pode causar náusea, vômito, diarreia, e, em certos casos, pode levar à morte. A dose letal situa-se entre 15 g e 20 g.

Prepare agora uma solução aquosa diluída de PVA com título em volume igual a 50%, ou seja, utilizando volumes iguais de água e cola branca. Você pode, por exemplo, utilizar novamente o copo pequeno como medida e colocar um copo pequeno de cola e outro de água dentro do copo grande. Mexa com o palito de sorvete até a mistura ficar homogênea e acrescente algumas gotas do corante alimentício de sua cor preferida. Esta é a sua solução 2. Analise a consistência dessa solução. Como você a descreveria em termos de viscosidade e fluidez?

Coloque agora, no terceiro copo grande, partes iguais (em volume) das soluções 1 e 2 (utilize novamente o copo pequeno como medida). Misture bem com o palito de madeira. O que aconteceu?

Você pode retirar a mistura do copo (que chamaremos de solução 3) e manuseá-la com as mãos (agora não precisa mais usar as luvas, porque o bórax não oferece mais perigo em contato com a pele).

Se quiser, pode guardar a mistura por algum tempo. Nesse caso, mantenha-a num pote de plástico com tampa ou em um saco plástico fechado.

Descarte de rejeitos

Jogue a mistura no lixo comum. Não jogue na pia nem no vaso sanitário.

Investigue

1. Como você explica a solubilidade do PVA em água? Analise a estrutura do polímero na página 217.
2. Como você descreve a consistência da solução 2?
3. Como você descreve a consistência da solução 3?
4. Qual o papel do ânion $[\text{B}_4\text{O}_7(\text{OH})_4]^{2-}$ na formação da solução 3? Que tipo de interação pode haver entre esse ânion e as macromoléculas de PVA?
5. Por que é preciso guardar a solução 3 em recipiente fechado?

224 Unidade 3 • Consumismo

Figura 2 - Atividade experimental "Modificando a estrutura do polímero" apresentada na obra de Martha Reis.

Fonte: Reis (2014).

A seguir apresentamos nossa análise - realizada com mais detalhes, com base nos critérios definidos pelo Guia de livros didáticos - sobre a experimentação em Química Orgânica presente na obra de Martha Reis.

O experimento "Teor de álcool na gasolina" (p. 68) apresenta, no livro do aluno, uma pergunta investigativa que está relacionada aos direitos do consumidor e como

poderíamos utilizar o conhecimento obtido por meio da experimentação a nosso favor. No entanto, na sequência a autora responde o questionamento, sem dar chances para que o estudante reflita e investigue sobre o assunto.

Apesar desta experimentação poder ser motivada pelo questionamento apresentado, as demais características da atividade experimental tiram o caráter de investigação. Para este aspecto podemos citar a falta de: (i) construção de argumentações; (ii) debates entre os estudantes para que se inicie uma discussão acerca das hipóteses, pois o experimento apresenta um roteiro que deve ser seguido sem que o estudante reflita sobre ele; (iii) construção de conhecimentos químicos, por parte dos estudantes, a partir das observações, registros e reflexão da atividade realizada, uma vez que a abordagem conceitual é apresentada anteriormente à realização da experimentação.

Nos demais experimentos não há presença de características que estão relacionadas à experimentação de perspectiva investigativa. Nessas propostas de experimentação observamos que, embora exista uma seção denominada “investigue”, algumas perguntas são respondidas apenas lembrando das características das soluções manipuladas ou com a base conceitual estudada antes da realização da experimentação. No experimento "Modificando a estrutura do polímero", por exemplo, as perguntas 1 e 4 podem ser respondidas com base nos conceitos teóricos estudados em aulas anteriores, sem a necessidade de relação teoria-prática. Já as perguntas 2, 3 e 5 podem ser respondidas a partir das características observadas para as soluções preparadas durante a experimentação.

Em resumo, pode-se dizer que as experimentações em Química Orgânica presentes na obra de Martha Reis não possuem caráter investigativo, mas apresentam em quase sua totalidade características associadas às abordagens do tipo demonstração e verificação.

Para o experimento "Determinação do teor de álcool na gasolina" (p. 68) a autora sugere que o professor conduza o experimento, de forma demonstrativa, no pátio da escola, utilizando-se de materiais de segurança. Apesar de ser uma sugestão, a maneira na qual o experimento é descrito coloca o estudante na posição de observador, na qual ele anota os resultados e posteriormente efetua cálculos seguindo a metodologia informada no livro didático. Neste caso, há um envolvimento de processos de observação (na qual o estudante observa e anota resultados), porém, não há nenhuma testagem de métodos. Para ser mais claro, a autora não aborda nenhuma maneira alternativa para realizar a determinação do teor de álcool na gasolina. Não há também

nenhuma sugestão de metodologias alternativas para a condução do experimento, visto que o mesmo se limita a metodologia seguida pela Agência Nacional do Petróleo (ANP).

A categoria registros sistemáticos refere-se, em nossa metodologia de avaliação, as recomendações do texto referente aos atos em que o estudante deve: observar e registrar dados, cuja análise permitam testar hipóteses para resolução de um problema e que estimulem a aprendizagem de conhecimentos químicos. Em outras palavras, os registros sistemáticos é uma parte importante da experimentação, que instiga o estudante a ser participativo e ativo do processo de ensino e aprendizagem.

Martha Reis, nos experimentos de Química Orgânica, explora pouco este recurso. Se utilizarmos como exemplo o experimento "Modificando a estrutura do polímero" (p. 224), podemos observar que a autora explora pouco o registro de dados, na maioria das vezes a autora informa sobre a necessidade de anotar os resultados observados durante a experimentação. Na maioria das vezes o processo de registro é omitido, pois após o processo de observação a autora já introduz um questionamento, tal como pode ser exemplificado pelo seguinte fragmento: *"Esta é a sua solução. Analise a consistência dessa solução. Como você a descreveria em termos de viscosidade e fluidez?"* (p. 224). Desta forma como o experimento é apresentado, não há necessidade do estudante efetuar registros para serem discutidos e analisados após a conclusão do experimento.

É válido mencionar que os experimentos de Química Orgânica presentes na obra de Martha Reis induzem o estudante a chegar a um resultado que já era previamente conhecido e que as perguntas desenvolvidas no tópico "Investigue" não propiciam a construção de novos conhecimentos.

Observamos que os experimentos de Química Orgânica na obra de Martha Reis não exploraram a ideia de ciência como campo gerador de perguntas e respostas provisórias, e que estão em permanente processo de reconstrução. No entanto, a autora indica ao estudante a importância e significado desse conhecimento para a sua vida cotidiana por meio de textos que podem ser abordados durante, antes ou posteriormente ao experimento.

Nenhum dos experimentos estão posicionados no início do capítulo. Todos eles apresentam um conteúdo que é, na melhor das hipóteses, brevemente abordado. Isso corrobora com a afirmação de Carvalho (1999, *apud* SUART; MARCONDES, 2008) em que "a atividade deve estar acompanhada de situações problematizadoras,

questionadoras, diálogo, envolvendo, portanto, a resolução de problemas e levando à introdução de conceitos”.

Os experimentos de Química Orgânica na obra de Martha Reis não promovem o professor como mediador do processo de ensino. O professor (seguindo até a sugestão da própria autora em determinados experimentos) deve trabalhar de forma demonstrativa, contradizendo com o ponto principal da abordagem investigativa que coloca o estudante como sujeito ativo da ação e não passivo, no qual realiza somente a observação e faz uma “falsa” participação.

No experimento sobre "Teor de álcool na gasolina" (p. 68) a autora sugere que o professor seja o responsável pelo experimento, utilizando-se somente da demonstração para explicar ao estudante os acontecimentos. Além disso, não há nada em seu manual referente as possíveis alternativas de condução para esse experimento.

No experimento Construção de modelos – Enantiômeros (p. 145) a autora sugere, em seu manual, que o experimento, por trabalhar com “massinhas”, será mais atrativo para os estudantes, levando a crer que há um posicionamento diferente em relação ao primeiro, tendo este como um estudante participativo. Porém, ainda que o discurso seja de um estudante participativo, devemos também analisar se o professor é visto verdadeiramente como mediador do processo. Para entender a sua função, temos que salientar que, no contexto estudado, um mediador deve apresentar uma situação problema na qual os estudantes virão a solucioná-la. Além disso, o mediador deve ser responsável por criar um ambiente favorável e acompanhar as decisões e dúvidas desenvolvidas pelos estudantes (OLIVEIRA; SOARES, 2010).

Os experimentos de Química Orgânica na obra de Martha Reis não necessariamente colocam a ciência como evolução de um processo do ser humano. O que ocorre na verdade são breves citações e/ou exemplificação (no caso do teor de álcool na gasolina, por exemplo) em que a autora coloca a origem de algum material. Isso, entretanto, é somente uma informação adicional e complementar e por isso não pode ser considerada como construção de conhecimento que é passado ao longo dos anos.

A contextualização é um tema muito discutido em pesquisas da área de Ensino de Química. Em relação aos materiais didáticos, existem diversos experimentos que, se trabalhados de maneira adequada, conseguem trazer a contextualização para a discussão. Temas como polímeros e interações intermoleculares possuem um grande potencial para isso. A questão, no entanto, fica a seguinte: será que os experimentos que

acompanham o conteúdo estão sendo contextualizados ou somente citados/usados como exemplificação no livro de Química Orgânica na obra de Martha Reis? Para responder a essa pergunta temos que ressaltar inicialmente o quão importante é a contextualização no aprendizado do estudante.

A experimentação no ensino de Química sofreu muitas mudanças ao longo dos anos. Muitos pesquisadores buscaram desenvolver metodologias diferenciadas para que a prática experimental se tornasse uma atividade produtiva, que instigasse o estudante a pensar e não somente comprovar o conteúdo (SILVA et al., 2009). Essa visão do “demonstrar para crer”, como citam os autores, suporta a ideia de que a ciência é exata e não é sujeita a questionamento ou erros. Admitindo isso como uma deficiência na educação experimental, foi necessário trabalhar de maneiras alternativas os experimentos e temos, então, a aplicação da contextualização nas práticas experimentais.

A contextualização tem como função, de acordo com Chassot et al. (1993, *apud* SILVA et al., 2009), ser utilizada como “meio educativo para a vida” tendo como objetivo auxiliar nas relações entre os conteúdos aprendidos e o dia-a-dia dos estudantes “levando o aluno-cidadão a refletir, compreender, discutir e agir sobre seu mundo”. Desta forma, o estudante que anteriormente na prática experimental tradicional servia apenas como observador do processo aceitando tudo como verdade, agora passará a questionar, utilizando o mundo que circula a seu favor. Diferentemente da exemplificação, que o objetivo é “promover uma ligação artificial” entre o que é ensinado e a vida diária do estudante, a contextualização propõe situações problemáticas reais que incentivam a busca pelo conhecimento necessário para entendê-lo e solucioná-los (GOUVÊA; MACHADO, 2005).

Analisando os experimentos de Química Orgânica na obra de Martha Reis temos os dois casos: a contextualização e a exemplificação. O experimento "Teor de álcool na gasolina" - presente no capítulo 4 "Petróleo, hulha e madeira" - é um exemplo de contextualização, pois a realização do experimento é motivado por um problema, na forma de texto, para discutir e trabalhar com o estudante. O ato falho, entretanto, é que o experimento não possui as demais características de um experimento investigativo, como o desenvolvimento de teorias por parte do estudante e a construção do conhecimento, o que pode comprometer a qualidade do experimento. Os outros dois experimentos, principalmente o que envolve a construção de enantiômeros, são

considerados como exemplificação, pois utilizam a prática desenvolvida pelo professor para exemplificar os fatos relacionados ao cotidiano do estudante.

Um outro ponto interessante a ser discutido é sobre a interdisciplinaridade dos conceitos abordados nas experimentações. A autora em sua obra não deixa nenhuma sugestão sobre como trabalhar a interdisciplinaridade dos conteúdos trabalhados, junto das demais áreas ou com outros professores, para que a prática se torne mais abrangente.

As atividades experimentais propostas contemplam leitura e compreensão de representações nas suas diferentes formas, com sugestões de textos posicionados antes e após a indicação do experimento. Segundo a autora, em seu manual do professor, “os textos nas aulas de Química não devem se resumir apenas à apresentação e à exploração dos conteúdos”. De acordo com ela, é altamente recomendável utilizá-los para “explorar outros aspectos discursivos e textuais” que levarão o estudante a interpretação dos fatos, promovendo então a sua compreensão e a formação de ideias.

As atividades experimentais indicadas pela autora são adequadas à realidade escolar, apresentam periculosidade controlada, bem como oferece alternativas na escolha dos materiais para os experimentos. A autora sugere experimentos com materiais baratos e de fácil acesso - massa de modelar, policetato de vinila (cola branca) materiais plásticos e copos descartáveis - para ser possível viabilizar o experimento em um laboratório didático ou até mesmo na sala de aula. Em alguns experimentos como no "Teor de etanol na gasolina" é necessário o uso de "proveta com boca esmerilhada e tampa" e cloreto de sódio, no qual a autora não indica materiais alternativos.

Em relação a periculosidade, a autora informa que se o professor preferir, alguns experimentos podem ser realizados de forma demonstrativa (para evitar que o estudante se machuque de alguma forma) e que seja conduzido com materiais de proteção, tais como luvas e máscaras. Nos demais experimentos temos alguns tópicos destacados informando sobre as “Dicas de segurança” que se referem aos cuidados que os professores e os estudantes devem ter ao manusear substâncias ou objetos perigosos, como o bórax (utilizado no experimento modificando a estrutura do polímero), cujo manuseio pode provocar vermelhidão, coceira, dor e irritação.

Os experimentos, de acordo com a autora, deveriam apresentar algumas características: ser facilitador, gerador de hipóteses, estimular o senso crítico a partir das observações, estimular o caráter científico, tornar as aulas dinâmicas e buscar soluções para problemas. No entanto, muitos desses aspectos citados pela autora não estão

presentes nas atividades experimentais apresentadas. Ao analisar as atividades experimentais selecionadas observamos que as mesmas não estimulam a geração de hipóteses, pois são altamente indutivos. Por serem experimentos de demonstração e verificação os mesmos não estimulam o senso crítico do estudante e muito menos o caráter científico.

Segundo a autora, em seu manual do professor, as metodologias avaliativas podem ser aplicadas durante o decorrer e após as aulas. Para ela, o processo de avaliação não é o ato de “verificar o fracasso ou sucesso” do estudante, mas também um processo de aprendizado. A experimentação também é vista como integrante do processo de avaliação de aprendizagem dos estudantes, que devem explorar aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais.

5.2 Análise da experimentação na obra de Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado (2014)

A coleção de Mortimer e Machado (2014) possui três volumes, nos quais os conteúdos são divididos por tema, fugindo da abordagem tradicional encontrada nos livros didáticos de Química. O volume 3 desta coleção possui cinco capítulos: 1. A Química das drogas e medicamentos e as funções orgânicas; 2. Alimentos e nutrição: Química para cuidar da saúde; 3. Água nos ambientes urbanos: Química para cuidar do planeta; 4. Efeito estufa e mudanças climáticas: Química para cuidar do planeta; 5. Química dos materiais recicláveis. Destes, apenas o primeiro e o quinto capítulo abordam conteúdos relacionados à Química Orgânica.

Ao realizar a leitura flutuante do volume 3 da coleção "Química" de autoria de Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado (2014), identificamos a presença de quatro atividades experimentais (Quadro 6) no capítulo 5 "Química de materiais recicláveis".

Quadro 6 - Informações sobre os experimentos contidos na obra de Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado (2014).

Título		Página	Posição	Conteúdo
Produzindo um polímero termorrígido		273	Livro do aluno	Capítulo 5 - Química de materiais recicláveis
Polímeros e interações intermoleculares	- Parte A: Papel Molhado	276	Livro do aluno	
	- Parte B: Polímeros e absorção de água	277	Livro do aluno	
	- Parte C: Polímeros nas fraldas	278	Livro do aluno	

Fonte: Autoria própria

Para os demais conteúdos de Química Orgânica não são apresentadas atividades experimentais, assim como sugestões de referências complementares sobre

experimentação que o professor possa utilizar. No entanto, no manual do professor, na seção "Sugestões bibliográficas para formação do professor", Mortimer e Machado (2014) indicam, entre outros materiais, artigos da revista Química Nova na Escola que apresentam atividades experimentais (Quadro 7). A indicação do trabalho é seguida de um breve resumo que não permite identificar em quais situações/conteúdos os mesmos podem ser utilizados, cabendo ao professor a tarefa de analisar o artigo e decidir como utilizar a atividade experimental em sua disciplina.

Quadro 7 - Sugestões de artigos sobre atividades experimentais de Química Orgânica apresentadas na obra de Mortimer e Machado (2014).

Capítulo 1	<ul style="list-style-type: none"> - COSTA, T. S. et al. Confirmando a esterificação de Fischer por meio dos aromas. Química Nova na Escola, n. 19, 2004. - FERREIRA, E. C.; MONTES, R. A. A Química na produção de bebidas alcoólicas. (p. 368) - FERREIRA, G. A. L.; MOL, G. de S.; SILVA, R. R. Bafômetro: um modelo demonstrativo. (p. 369) - PAZINATO, M. S. et al. Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática de medicamentos. (p. 370)
Capítulo 5	<ul style="list-style-type: none"> - CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M. Poliuretami: de travesseiros a preservativos, um polímero versátil. (p. 413) - CURI, D. Polímero e interações intermoleculares. (p. 413) - FAEZ, R. et al. Polímeros condutores. (p. 413) - MARCONATO, J. C. Polímeros e as fraldas descartáveis: um material alternativo para o ensino de polímeros. (p. 413) - SANTOS, A. S.; SILVA, G. G. Tênis nosso de cada dia. (p. 414) - SILVA, A. M. et al. Plásticos: molde você mesmo! (p. 414) - SOUZA, P. P. et al. O cotidiano é meio amorfo: transição vítrea, uma abordagem para o ensino médio. (p. 414)

Fonte: Autoria própria.

O capítulo 5 "Química de materiais recicláveis", explora os conceitos de Química Orgânica relacionados aos polímeros - características moleculares, propriedades físicas e formas de obtenção (explora as reações químicas envolvidas, tais como esterificação, adição e condensação) - que são utilizados para produzir os

plásticos que utilizamos em nosso cotidiano. Neste capítulo são apresentadas quatro atividades experimentais (Quadro 6).

Na apresentação de sua obra, Mortimer e Machado (2014) informam que o livro apresenta uma vasta gama de experimentos e que os mesmos “não requerem equipamentos sofisticados e podem ser desenvolvidos em uma sala de aula comum”. De acordo com os autores, o objetivo da experimentação é promover a integração entre teoria e prática, sendo que os experimentos têm como propósito a “interrogação da natureza” e a “geração de discussões sobre os fenômenos” de interesse da Química. Para os autores, a participação dos estudantes nas atividades é fundamental e as discussões que ocorrem, por meio destas atividades, devem promover o diálogo com e sobre a Química. O medo de errar, comum entre adolescentes, é apontado pelos autores como algo "normal" na ciência, na qual hipóteses e teorias, hoje consideradas válidas, poderão não ser no futuro.

Em seu manual do professor, Mortimer e Machado (2014) expõe claramente a sua visão de aprendizagem. Para eles o ensino de Química só se dá através da interação entre estrutura e contextualização. De acordo com os autores, a metodologia tradicional, nomeada por eles como “manejo de pequenos rituais” não promove a construção de conhecimento crítico. Segundo os autores:

Distribuir elétrons por níveis, subníveis e orbitais; classificar cadeias carbônicas, substâncias simples e compostas [...]: são apenas uns poucos exemplos desses rituais, que muitas vezes resumem-se a relacionar entre si aspectos formais da Química – como fórmulas e classificações. Ao aluno resta tentar achar algum fio oculto que possa desatar esse emaranhado de definições, classificações e formular. A repetição acrítica de fórmulas didáticas, que dão resultado, acaba por transformar a Química escolar em algo cada vez mais distante da ciência Química e de suas aplicações na sociedade (MORTIMER; MACHADO, 2014, p. 323).

Em relação à experimentação os autores fazem uma dura crítica sobre o modelo tradicional de ensino que utilizam este recurso, separado da teoria, para comprovar o conteúdo científico apresentado. Além disso, os autores se posicionam contra a experimentação indutiva, na qual há uma receita que o estudante segue sabendo previamente o resultado. Para eles, a abordagem presente na obra possui como principal função motivar o estudante e envolvê-los mais com a matéria.

Ao apresentar a forma de abordar os conceitos químicos (fenomonológico, teórico e representacional), Mortimer e Machado (2014, p. 328-329) discutem que "os fenômenos da Química não se limitam àqueles que podem ser reproduzidos em

laboratório", mas, que estes estão materializados também nas atividades sociais. Os autores defendem que "a produção de conhecimento na Química resulta sempre de uma dialética entre teoria e experimento" e ainda que o estudante não conheça a teoria científica suas interpretações dos resultados experimentais serão feitas com base nos conhecimentos prévios. Sendo assim, para os autores, o conceito de fenômeno e experimento ultrapassam a dimensão do laboratório, estando próxima a ação de experimentar as atividades que realizamos em nossos cotidianos.

Ao resgatar a visão da Sociologia da Ciência, Mortimer e Machado (2014) discutem sobre a importância da prática científica cotidiana relacionada à resolução de problemas abertos, que não possuem uma única solução e demanda do cientista avaliações constantes, na qual a intuição desempenha papel fundamental nas tomadas de decisão. Segundo os autores, para o contexto educacional, significa dizer que o enfoque contextual deve privilegiar resolução de problemas abertos que explorem, além dos aspectos técnicos, os aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais.

Mortimer e Machado (2014) deixam claro ao apresentar a sua ideia, que ela é apenas um resumo, que é altamente desejável que o leitor, no caso o professor, amplie a compreensão sobre os processos de aprendizagem envolvidos no ensino de Química para que seja possível posicionar-se com mais consciência sobre as ideias apresentadas.

Mortimer e Machado (2014) possuem uma visão construtivista de aquisição de conhecimento. Para eles, é importante que o estudante seja um sujeito ativo na construção de seu conhecimento, que deve participar de discussões e elaborar suas ideias com a finalidade de compreender os conceitos químicos. Neste aspecto, o professor tem a função de promover a discussão e possibilitar ao estudante o conflito de ideias, ou seja, atuar como mediador do processo de aprendizagem. De acordo com os autores, é necessário "dialogar com suas maneiras para ver o mundo". O professor não deve de maneira alguma dizer ao estudante que ele está errado e ignorá-lo, pois isso seria um falso diálogo sendo que não "contemplaria a forma como o aluno pensa".

No caso da experimentação, Mortimer e Machado (2014) recomendam, sempre que possível, o desenvolvimento da ideia do estudante. Quando o estudante propõe uma ideia ou discussão, esta não pode ser descartada ou ignorada, ela deve ser discutida junto aos demais colegas e ser "rebatida" com novas perguntas que desenvolvam o pensamento crítico do estudante. Em sua visão construtivista para o ensino, os autores citam que existem contribuições importantes do construtivismo que devem ser aproveitadas pelo professor. No caso, por tratar o processo de aprendizagem ativa, eles

recomendam que para o estudante haja sempre uma atividade experimental para que estes fiquem engajados em discussões em grupo e discussões conduzidas pelo professor. Em outras palavras, pode-se dizer que os autores compreendem a experimentação como forma de construção de conhecimento por tornar o estudante um sujeito ativo que deve participar de todas as etapas de aprendizagem e aprender sozinho.

O discurso dos autores (Quadro 8), seja no livro do estudante ou no manual do professor, foi utilizado para classificação das abordagens dos experimentos apresentados na obra.

Quadro 8 - Tipos de abordagem da experimentação apresentada na obra de Mortimer e Machado (2014).

Título		Abordagem	Discurso dos autores	Posição do experimento
Produzindo um polímero termorrígido		Verificação	<p>Nesta atividade vamos sintetizar um polímero termorrígido, que só pode ser moldado durante a síntese. Baseados nisso, vocês deverão fabricar um molde antes de fazer a atividade, ou usar uma fôrma qualquer. (p. 273)</p> <p>Adicionem fenolftaleína ao sistema. Observe que o sistema vai adquirir coloração rosa. (p. 273)</p> <p>Em seguida, adicionem o ácido clorídrico com o conta-gotas, vagarosamente, até a mistura perder o tom rosa. (p. 273)</p> <p>- os alunos vão sintetizar um polímero termorrígido ureia-formaldeído, que só pode ser moldado durante a síntese. (p. 406)</p>	Posterior
		Investigativa	-	Anterior
Polímeros e interações intermoleculares	- Parte A: Papel Molhado - Parte B: Polímeros	Verificação	Nesta atividade vamos realizar alguns experimentos simples com o objetivo de retomarmos a discussão das	Posterior

	e absorção de água		interações intermoleculares e relacioná-las às propriedades dos polímeros. (p. 276)	
	- Parte C: Polímeros nas fraldas		- os alunos vão estabelecer a relação entre as propriedades dos polímeros e das interações intermoleculares que nelas ocorrem. (p. 406)	

Fonte: Autoria Própria.

O experimento "Produzindo um polímero termorrígido" (p. 273) antecede o texto (p. 274-275) que explora a obtenção e características do polímero ureia-formaldeído, no qual são discutidas as reações químicas (reações de condensação - que é o novo conhecimento químico trabalhado) envolvidas na formação do polímero obtido na atividade experimental, assim como a relação entre a estrutura e a propriedade termorrígida observada para este polímero.

Já para os experimentos "Polímeros e interações intermoleculares - Partes A, B e C" ainda que os mesmos antecedam um texto que explora a relação entre polímeros e interações intermoleculares (p. 279) a dimensão conceitual já foi explorada em outros momentos deste volume, assim como no volume 1, ao trabalhar ligações químicas, interações intermoleculares e propriedades dos materiais. Ao nosso ver, a dimensão conceitual (interações intermoleculares e polímeros) explorada nesta atividade experimental está sendo ampliada (pois já foram estudadas em outros momentos) e conexões são feitas entre elas para explicar fenômenos, em nível atômico-molecular, observados no cotidiano (absorção de líquidos pelo papel, fraldas descartáveis e cristais de gel utilizados para plantas), tal como indicado na Figura 3.

atividade 5

Polímeros e interações intermoleculares

Os polímeros possuem propriedades muito interessantes e que fazem com que sejam muito utilizados em nosso cotidiano. Essas propriedades estão diretamente relacionadas às interações intermoleculares estabelecidas entre diferentes materiais.

Nesta atividade vamos realizar alguns experimentos simples com o objetivo de retomarmos a discussão das interações intermoleculares e relacioná-las às propriedades dos polímeros.

PARTE A → Papel molhado

Material

Pedaços de papel não encerados (guardanapo, folha de caderno, saco de papel de padaria, etc.) de 10 cm × 10 cm, pedaços de papel encerado de 10 cm × 10 cm, pedaços de saco plástico (ou sacola plástica) de 10 cm × 10 cm, um conta-gotas.

O que fazer

- A14** Reproduzam o quadro ao lado no caderno.
- A15** Coloquem os diferentes pedaços de papel e de saco plástico lado a lado.
- A16** Adicionem algumas gotas de água sobre cada um deles e esperem alguns minutos. Observem e anotem os resultados no quadro reproduzido no caderno.

Tipo de material	Resultado observado
papel não encerado	////////////////////
papel encerado	////////////////////
sacola plástica	////////////////////

Quadro 5.11
Resultados para os testes da água sobre papel e plástico.

Questões

Q29. Quais materiais absorvem água?




Figura 5.28
Representação para a estrutura da água.

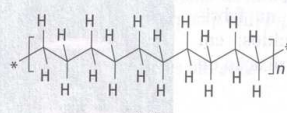


Figura 5.29
Representação para a estrutura do polietileno.

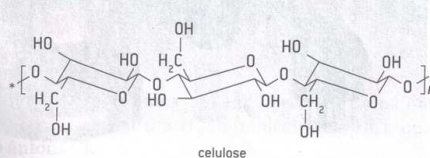


Figura 5.30
Representação para a estrutura da celulose.

Figura 3 - Experimento "Papel molhado" apresentado na obra de Mortimer e Machado (2014). Fonte: Mortimer e Machado (2014).

Mortimer e Machado (2014) como já também mencionado, seguem uma concepção construtivista de ensino e, como consequência, acreditam que o conhecimento do estudante é gerado através da construção de conhecimento, sendo portanto o participante ativo no processo. Por esse motivo, os autores defendem em seu manual que as experimentações podem ser realizadas com abordagem diferente da investigativa, dependendo da realidade escolar. Dentre os experimentos avaliados, nenhum deles traz uma pergunta ou um problema para iniciar as atividades experimentais.

Na atividade “Polímeros e interações intermoleculares – Parte A: papel molhado (p. 276)”, os autores, em seu manual do professor (p. 406), deixam claro que “os alunos vão estabelecer a relação entre as propriedades dos polímeros e das interações intermoleculares que neles ocorrem”.

Na última seção do experimento “Polímeros e interações intermoleculares – Parte B: Ciclo de vida do papel” (p. 277), os autores antecipam termos que eles acreditam que o estudante vai utilizar. Agora, além do estudante conduzir o experimento ele terá outra função - a de reflexão.

Todos os experimentos apresentados na obra de Mortimer e Machado (2014) possuem a observação e a testagem de métodos como um dos processos essenciais para a execução do experimento. As atividades experimentais sugerem a todo momento que os estudantes observem os dados e registrem em seu caderno para futuras discussões. Na atividade referente a “bebidas e direção”, há logo abaixo dos procedimentos experimentais algumas questões que sugerem um registro sistemático: “pesquisem nos documentos [...]” e “Organizem um mural com as informações obtidas [...]”. No manual do professor, os autores mencionam o papel do estudante nesse experimento: que “seja organizada uma exposição com as informações levantadas pelo aluno” mostrando que é de extrema importância as observações e anotações do estudante para a discussão.

Nos demais experimentos há sugestão de observação e de registros sistemáticos, principalmente na Parte B – Polímeros e absorção de água. Ao longo do roteiro do procedimento os autores pedem aos estudantes para observarem o andamento e os resultados obtidos e anotarem para futuras discussões, alguns desses direcionamentos são apresentados na forma de questões complementares.

Nos experimentos analisados na obra de Mortimer e Machado (2014) não há uma necessidade ou sugestão clara dos autores para a construção de perguntas ou respostas. No entanto, em vários momentos são requisitados aos estudantes, inclusive citado no manual do professor, que eles (estudantes) devem discutir o que foi observado. Pode-se dizer que há uma tentativa de explorar, na forma de discussão, o que foi observado e anotado, mas não há um desenvolvimento de perguntas ou questões que remetam a construção de um pensamento crítico.

Um aspecto muito interessante no livro de Mortimer e Machado (2014) é que, em seu manual, na página 327, os autores trazem o que seria a sua “visão de ciências”. Os autores buscam:

“[...] mostrar a ciência como uma construção humana, sujeita a influência de fatores sociais, econômicos e culturais do seu tempo”. Para isso, sempre que possível, abordamos fatos históricos que contribuíram para as mudanças, quando isso é apropriado. Essa abordagem tem por finalidade mostrar que a ciência não é um corpo de conhecimento acabado, mas dinâmica. Suas teorias estão sempre sujeitas a refutações, e esse processo é influenciado pelo desenvolvimento tecnológico e pelo aparecimento de novos fatos” (MORTIMER; MACHADO, 2014, p. 327)

Os autores mostram claramente que a ciência Química é de fato de natureza humana e que não surgiu do nada. A questão é: será que seus experimentos realmente trabalham esse ponto de vista compartilhado pelos autores?

Observamos que os autores, assim como defendem em seu manual, buscaram explorar o contexto para organizar os desdobramentos conceituais. No capítulo 5 "Química de materiais recicláveis", os autores abordam aspectos do ciclo de vida de produtos que utilizamos em nosso cotidiano, tais como papel e embalagens PET, que são constituídos por polímeros.

O contexto é muito valorizado nos experimentos propostos por Mortimer e Machado (2014), inclusive nas atividades extras no manual do professor. Se utilizarmos o primeiro experimento como exemplo, observamos que após toda prática experimental são apresentadas questões adicionais para ampliar o conhecimento do estudante sobre o conteúdo. Nessas questões, por exemplo, os autores solicitam aos estudantes uma leitura e pesquisa dos documentos do Denatran (em sua página na internet) ou até como os próprios autores sugerem, pesquisar em outros locais sobre leis semelhantes a “lei seca”. Os autores não somente sugerem a pesquisa ao estudante, mas também a leitura de conteúdos adicionais para seu enriquecimento científico.

Os experimentos de Química Orgânica presentes na obra de Mortimer e Machado (2014) utilizam, em sua maioria, materiais de fácil acesso, inclusive no manual do professor são indicadas possibilidades para trabalhar as atividades experimentais de forma alternativa.

Podemos observar que o posicionamento e visão construtivista de ensino dos autores se fazem presentes nas atividades experimentais analisadas. Percebe-se em vários momentos, tanto nas atividades experimentais no livro do aluno e nas atividades extras sugeridas no manual do professor, que os autores colocam os estudantes na condição de agente ativo na construção do conhecimento. Além disso, os autores

ênfatizam, nas atividades experimentais extras, que os estudantes devem participar ativamente do processo de experimentação que estão praticando.

5.3 Análise da experimentação na obra de Wildson Santos e Gerson Mol (2013)

A coleção "Química cidadã" coordenada por Wildson Santos e Gerson Mol possui três volumes, sendo os conteúdos químicos separados por temas. O volume 3 desta coleção possui oito capítulos, os cinco primeiros relacionados à Química Orgânica: 1. A Química orgânica e a transformação da vida; 2. Alimentos e funções orgânicas; 3. Química da saúde e da beleza e a nomenclatura orgânica; 4. Polímeros e propriedades das substâncias orgânicas; 5. Indústria química e síntese orgânica.

Segundo os autores, a coleção adota uma estrutura curricular familiar ao professor, mas incorpora princípios das Diretrizes e Parâmetros Curriculares Nacionais para a disciplina de Química, principalmente no que diz respeito à contextualização, interdisciplinaridade e organização curricular (SANTOS; MOL, 2013, p. 24-25).

Santos e Mol (2013), durante o diálogo estabelecido com o estudante na introdução de seu livro, informa que a metodologia adotada na obra tem como propósito “capacitá-los para resolver questões reflexivas” e por isso trabalhará com temas envolvendo tecnologia, sociedade e ambiente. Os autores ressaltam também a importância da interdisciplinaridade, a interligação entre os conhecimentos da Química com a Física e com a Biologia, e como a abordagem proposta poderá contribuir para a formação do cidadão, desenvolvendo o espírito de engajamento em ações positivas que contribuam para construção de um mundo mais justo e igualitário.

Na seção “Conheça seu livro” os autores apresentam aos estudantes sua visão sobre a experimentação. Segundo eles, os experimentos apresentados na obra, localizados na seção "Química na escola", são investigativos e muitos podem ser realizados na própria sala de aula. Algumas ações inerentes ao trabalho experimental são apresentadas: analisar dados, observar, explicar as observações e normas de segurança. Os autores indicam o quão importante é para o estudante “pensar sobre as conclusões que poderão ser extraídas a partir das observações”, indicando a importância das anotações feitas pelos estudantes durante as atividades.

Em relação ao manual do professor, Mol e Wildon (2013, p. 8) abordam os tópicos “formação de professor” e a “autonomia do professor”, na qual defendem que os professores são sujeitos que estão sempre em formação contínua e devem sempre buscar ampliar a sua área de conhecimento, estudando desde novas abordagens até diferentes metodologias a serem trabalhadas com os estudantes. Os autores defendem a importância do planejamento das aulas, do uso de diferentes estratégias didáticas e que

“o trabalho educacional deve ser direcionado com base na realidade e nas necessidades da comunidade escolar”.

Com relação ao uso das atividades experimentais, os autores informam que:

A estruturação das atividades foi proposta na perspectiva de o estudante explorar os fenômenos para que possa compreender as relações conceituais estabelecidas na sua formalização. Nessa perspectiva, muitas dessas atividades foram desenvolvidas com caráter investigativo, no qual o aluno é estimulado a formular hipóteses (SANTOS; MOL, 2013, p. 45 do manual do professor).

Os autores indicam, tanto no início da obra quanto no manual do professor, que muitas das atividades experimentais apresentadas possuem um caráter investigativo, na qual conteúdos podem ser introduzidos e os estudantes são estimulados a formular hipóteses. Como propósitos para o uso das atividades experimentais, os autores citam: "demonstrar o processo de construção da Ciência", "ensinar aos estudantes a observar, interpretar, ler tabelas, analisar dados e controlar variáveis" e "levar os estudantes, na qualidade de cidadão, a entender como os cientistas trabalham e compreender as potencialidades e limitações da Ciência". Além desses,

Outro propósito da atividade experimental na obra é de natureza pedagógica. Com a experimentação podemos introduzir o conteúdo a partir dos aspectos qualitativos e macroscópicos, por meio dela, auxiliamos a construção de conceitos científicos e de processos dialógicos. Manipulando materiais e dados, os estudantes são estimulados a estabelecer relações conceituais. A partir daí o professor consegue explorar suas concepções e interpretações desencadeando o processo de dialógico tão almejado (SANTOS; MOL, 2013, p. 45 do manual do aluno).

Ao realizar a leitura flutuante do volume 3 da coleção "Química cidadã" de autoria de Wildson Santos & Gerson Mol (2013) identificamos a presença de duas atividades experimentais (Quadro 9).

Quadro 9 - Informações sobre experimentos de Química Orgânica presentes na obra de Santos e Mol (2013).

Título	Página	Conteúdos Explorados	Dados adicionais	Abordagem
É possível retardar o escurecimento de frutas partidas?	95	Química da conservação de alimentos (oxidação)	Antes da atividade experimental, há um texto introdutório informando sobre a conservação de alimentos e suas diversas metodologias utilizadas por	Investigação

			<p>peças comuns até indústrias. Após o experimento temos também tabelas informativas sobre aditivos que influenciam na conservação de alimentos</p>	
<p>Como se faz um polímero em casa?</p>	160	Polímeros	<p>Texto informativo as reações de polimerizações e algumas informações de como esses polímeros devem ser utilizados</p>	Investigação

Fonte: Autoria própria.

As atividades experimentais da obra de Santos e Mol (2013) são apresentadas na seção "Química na escola" e possuem como estrutura básica: um problema, indicação do local onde a experimentação pode ser realizada, materiais necessários (incluindo as alternativas possíveis), procedimento, destino dos resíduos gerados e análise de dados (Figura 4).

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?

Figura 4 - Experimento "Como se faz um polímero em casa?" apresentado na obra de Santos e Mol (2013).

Fonte: Santos e Mol (2013).

O livro didático Química Cidadã de Santos e Mol (2013) trazem a experimentação de maneira diferente dos demais autores já avaliados. Como diferença, podemos citar a iniciação do experimento com uma pergunta, como sugere a experimentação investigativa. Utilizando-se inicialmente do primeiro experimento para que possamos iniciar a análise, como exemplo: “É possível retardar o escurecimento de frutas partidas?”.

Partindo do pressuposto de que só temos essa pergunta durante a experimentação e que os demais procedimentos devem ser realizados pelo estudante, essa prática poderia ser facilmente abordada como investigativa, pois trata-se de um conteúdo ainda não trabalhado junto aos estudantes. Além disso, durante o roteiro experimental há indicação de outras perguntas, sem direcionar a um resultado, mas que incita a discussão e a construção do resultado por meio de pesquisas.

Inclusive, no último passo, temos a seguinte sentença: “Depois de alguns minutos, compare as quatro partes da maçã e anote suas observações”. Tudo isso leva a crer que o estudante é quem será responsável por elaborar a resposta baseando-se nas suas análises e nos resultados obtidos, ou seja, com base no senso comum e em conhecimentos obtidos anteriormente na disciplina.

A controvérsia começa quando temos um tópico dirigido à análise de dados, que contém perguntas referentes ao experimento que os estudantes têm que responder. O problema que observamos em algumas dessas questões é que elas são indutivas e não exploram a discussão acerca dos resultados obtidos pelos estudantes. A seguir apresentamos, para exemplificação, duas perguntas presentes no livro que possuem esse caráter indutivista: “*O escurecimento da maçã é um processo químico ou físico?*” e “*Por que a maçã escurece depois de partida?*”.

Nota-se que essas perguntas já induzem a apresentação de um resultado prévio. Ou seja, se não conseguirem “atingir o objetivo” que seria o escurecimento da maçã, o estudante não conseguirá responder pois este cometeu um erro, que inclusive não é trabalhado de maneira argumentativa. No entanto, existem outras perguntas que não possuem esse caráter indutivo, que exploram os resultados obtidos e colocam os estudantes para refletirem. Tal ação pode ser observada em questões do tipo: “*Como você justifica o resultado do experimento?*”. Essa pergunta comparada à anterior está mais aberta a discussões e opiniões desenvolvidas pelos estudantes. A pergunta ora discutida informa que teremos um resultado final, mas qual resultado? Como

interpretaremos esse resultado? Essa é a diferença entre perguntas investigativas e indutivas a qual estamos discutindo.

Em relação ao outro experimento envolvendo os conteúdos de polímeros, podemos fazer a mesma análise que utilizamos no experimento anterior. Como citado anteriormente, esse experimento também se inicia com uma pergunta: “Como se faz um polímero em casa?”. A diferença entre esse experimento e o anteriormente analisado é que este não possui perguntas que demonstram um resultado prévio, muito pelo contrário, as perguntas são feitas de forma aberta, nas quais o estudante, a partir dos resultados obtidos e suas análises, fará anotações para futuras discussões com a turma.

Durante as etapas analisadas dos experimentos presentes no livro de Santos e Mol (2013), observamos diversas menções de etapas que envolvem observações e diferentes testagem de métodos. Se utilizarmos o primeiro experimento relacionado a conservação de alimentos (“É possível retardar o escurecimento de frutas partidas”), como exemplo, observamos que há etapas que direcionam o estudante a observar e anotar os resultados obtidos.

As atividades desenvolvidas estão sempre sujeitas a observação e a análise dos resultados obtidos. A prova disso é que os próprios autores, como já citado, comentam que algumas atividades práticas podem ser realizadas em casa e trazidas para discutir na sala de aula junto do professor e dos demais colega. Obviamente que uma atividade prática realizada em casa envolve etapas como observação, registro e, por fim, conclusão, que serão reavaliadas pelo professor em uma possível futura aula.

Nos experimentos analisados de Santos e Mol (2013), não há diretamente a incitação para o desenvolvimento de perguntas e respostas, mesmo sendo considerados pelos autores como atividades investigativas. O que acontece é que no manual do professor os autores dizem que os experimentos foram propostos justamente com o intuito de formulação de hipóteses por parte dos estudantes. Então talvez o que se pode concluir disso é que os experimentos não possuem perguntas que levem à formulação de novas perguntas e/ou respostas, mas direcionam à prática das mesmas. Na análise de dados do experimento de polímeros (p. 161) temos por exemplo uma pergunta para que o estudante explique o que foi observado no experimento, sugerindo que ele então, indiretamente, construa perguntas que serão respondidas conforme ele escreve.

Quanto a posição da atividade experimental no livro didáticos, observamos que o livro de Santos e Mol (2013) se encaixa perfeitamente conforme a abordagem investigativa. Ambos os experimentos analisados estão situados no começo de um

capítulo e eles possuem somente um pequeno texto introdutório ou alguma citação relacionada para introduzir o capítulo.

No manual do professor, na página 25, observamos um tópico chamado “Construção e mediação do conhecimento”. Neste tópico há sugestões dos autores sobre a mediação do professor e como será o retorno disso para os estudantes. Temos o seguinte trecho:

As propostas mais avançadas de ensino de Química têm como um dos pressupostos a necessidade do envolvimento ativo dos alunos nas aulas, gerando um processo interativo professor/estudante, em que os horizontes conceituais dos estudantes sejam contemplados. Isso significa criar oportunidades para que eles expressem como veem o mundo, o que pensam, como entendem os conceitos, quais são as suas dificuldades etc (SANTOS; MOL, 2013, p. 25 do manual do professor).

De acordo com os autores, todo o conteúdo desenvolvido ao longo do livro promove uma dinâmica na relação professor e estudante que resulta em uma discussão mais aberta e produtiva. Se tudo foi desenvolvido pensando nessa proposta, teoricamente os experimentos não devem ser diferentes. Pode-se concluir então que os experimentos são voltados aos estudantes sendo estes os participantes ativos tendo o professor como mediador do processo, assim como sugere a própria experimentação investigativa.

Partindo do pressuposto de que para o experimento ser contextualizado ele deve colocar ao estudante em situações problemáticas reais que incentivam a busca pelo conhecimento necessário, como já feito na pesquisa anterior, vamos analisar individualmente os experimentos.

No primeiro experimento referente ao escurecimento de frutas partidas há uma pergunta que pode ser trabalhada e respondida pelo estudante durante ou após experimento. A questão, entretanto, fica: será que o fato de colocar um problema é suficiente para dizer que está contextualizado? Como já foi dito, a contextualização deve “levar o aluno-cidadão a refletir, compreender, discutir e agir sobre seu mundo”. Isso pode ser feito através de perguntas ou da própria experimentação, a qual levará o estudante a questionar e se posicionar criticamente perante os resultados obtidos. Isso, entretanto, não ocorre em nenhuma parte do texto. Todas as perguntas são voltadas diretamente aos resultados obtidos no experimento e, sendo assim, não coloca o estudante como questionador.

O segundo experimento referente a polimerização também não traz indícios de contextualização. O que observamos é a exemplificação que é discutida tanto em um texto prévio quanto em um texto colocado posteriormente.

Os dois experimentos trazem textos que podem ser utilizados como leitura complementares que ampliarão o conhecimento adquirido pelo estudante durante e após a atividade prática. Além disso, no segundo experimento, temos uma pergunta na aba “análise de dados” que indiretamente leva o estudante a buscar por mais informações. A pergunta refere-se ao resultado obtido e se é possível encontrar em outro lugar no cotidiano: "*Que tipo de material se formou? Que Materiais desse tipo existem em nosso cotidiano?*".

O livro de Santos e Mol (2013) possui nessa unidade, como analisamos, poucas atividades que podemos considerar como atividades práticas. Entretanto, o autor, em seu manual do professor, na página 46, adverte que “apesar das adversidades já previstas, propomos diversos experimentos que podem ser selecionados conforme a realidade de cada escola”. Os autores citam também que em algumas escolas foi possível realizar todos os experimentos (na metodologia demonstrativa) enquanto em outras houve apenas a discussão. Os experimentos selecionados para a avaliação do livro possuem materiais que podem ser facilmente obtidos na própria casa dos estudantes. O experimento de polímero, entretanto, requer alguns objetos que encontramos geralmente em laboratórios de Química, tais como bastão de vidro e béqueres. Estes podem ser substituídos por materiais alternativos, como algum pedaço de madeira e até algum copo comum de vidro. Claro que essas substituições devem ser indicadas nas recomendações ao professor. Os autores deixam claro sobre isso e comentam também em seu manual, na página 46, que em caso de falta de materiais, há experimentos “mais simples que podem ser desenvolvidos com materiais alternativos”.

Os autores nesse quesito apresentam uma vasta gama de ideia para suas atividades. Em seu manual Santos e Mol (2013) discutem na página 66 “Sugestões de atividades adicionais”. Nesta seção são apresentadas diversas ideias alternativas para as atividades que podem ser encontradas pelo professor no portal do Ministério da Educação (MEC). Os autores ainda apresentam uma lista com diversos recursos didáticos que podem ser trabalhados com os estudantes, tais como: filmes, vídeos, animações, entrevistas, atividades experimentais etc. Os autores, entretanto, ressaltam que, apesar de apresentar tal lista com várias sugestões, cabe ao professor o papel de escolher as estratégias de ensino adequadas a sua realidade.

Os autores indicam o site do projeto Ponto Ciência da UFMG como sugestões de atividades experimentais. O site apresenta experimentos filmados e explicações dos fenômenos observados.

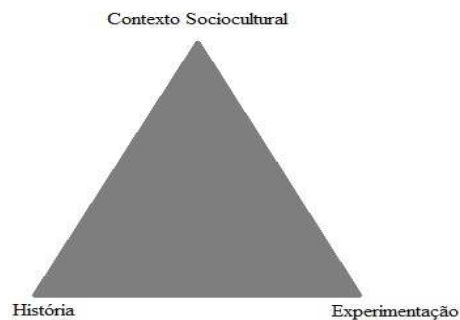
5.4 Análise da experimentação da obra de Murilo Tissoni Antunes (2013)

A coleção "Ser protagonista", de autoria de Antunes (2014), possui três volumes, sendo que cada um deles abrange uma dimensão da Química (Geral, Físico-Química e Orgânica). No volume 3 temos a presença de treze capítulos relacionados à Química Orgânica: 1. Carbono e cadeias carbonicas; 2. Isomeria: compostos diferentes de mesma composição; 3. Hidrocarbonetos; 4. Funções Oxigenadas; 5. Funções nitrogenadas; 6. Funções halogenadas e sulfuradas e compostos organometálicos; 7. Compostos com mais de um grupo funcional; 8. Funções orgânicas e isomeria óptica; 9. Reações envolvendo hidrocarbonetos; 10. Reações envolvendo funções oxigenadas; 11. Reações envolvendo nitrgenadas, halogenadas e sulfuradas e compostos organometálicos; 12. Polímeros naturais e sintéticos; 13. O ser humano e o meio ambiente.

Antunes (2013), ao dialogar com o estudante na sua apresentação da página 3, procura colocar o estudante como um sujeito ativo da sociedade que, a partir do conhecimento químico contextualizado, terá a capacidade de individualmente ou em grupo, “posicionar-se criticamente ante os impactos que a tecnologia e as atividades industriais propões ao meio ambiente”. Ressalta também que a cada capítulo o estudante vai descobrir a “importância da Química” e das demais ciências para seu desenvolvimento intelectual. O autor indica que as atividades experimentais podem ser estímulos para que os estudantes estabeleçam relação entre algumas situações vivenciadas no cotidiano e os fenômenos químicos que as explicam.

Antunes (2013), em seu manual do professor, cita a importância do professor adaptar as aulas de acordo com as disponibilidades da comunidade local. De acordo com o autor, atualmente “o exercício da docência no Ensino Médio não pode mais restringir-se a transmissão de informações específicas de uma disciplina”. O professor não deve ser aquele que trata o estudante como sujeito receptor de conhecimento, ele deve, entretanto, “cumprir novos papéis no processo de ensino-aprendizagem” e um dos papéis é justamente de atuar como articulador de conhecimento (ANTUNES, 2013, p. 284).

Para o autor, os “procedimentos metodológicos” recomendados para a abordagem do ensino de Química nas escolas envolvem, em igual importância, o contexto sociocultural (cotidiano), a história (sobretudo de História da Ciência) e a experimentação, que pode ser representada pelo seguinte tripé:



A “história”, segundo o autor, está ligada diretamente a História da Ciência. Para ele, é “fundamental que o aluno se dê conta de que as representações comumente construídas dos cientistas são falsas: eles não são profissionais alheios de tudo”. O autor afirma dispor de diversos aspectos históricos ligados aos conteúdos abordados, inclusive nas práticas experimentais, para que as mesmas não sejam trabalhadas de forma isolada, mas sim de forma contextualizada (ANTUNES, 2013, p. 285).

O contexto sociocultural é composto, de acordo com Antunes (2013), de todos os eventos que circulam a vida de um estudante, que, se trabalhados pelo educador trará uma maior relevância e significado quando associados com os conteúdos científicos.

A experimentação, segundo o autor, é entendida como fundamental para o ensino de Química, que, segundo ele não se restringe unicamente às práticas laboratoriais. Para ele, as atividades podem incluir:

“[...] trabalhos práticos realizados pelos alunos na sala de aula ou em outros locais; análise de procedimentos e de dados experimentais conduzidos por outras pessoas, no decorrer da história e nos dias atuais; experiências extraídas do cotidiano do aluno” (ANTUNES, 2013, p. 285).

Antunes (2013) cita também que em sua obra há diversas atividades experimentais, nas quais os estudantes terão uma participação direta, auxiliando no experimento e no manuseamento das vidrarias. O autor adverte que embora as atividades experimentais encontrem-se na parte final de cada capítulo, cabe ao professor decidir o melhor momento para realizá-las.

Ao realizar a leitura flutuante do volume 3 da coleção " Ser protagonista " de autoria de Murilo Tissoni Antunes (2013), identificamos a presença de 14 atividades experimentais (Quadro 10).

Quadro 10 - Informações sobre as atividades experimentais de Química Orgânica apresentados na obra de Antunes (2013).

Título	Abordagem	Discurso do autor	Posição do Experimento
Geometria Molecular	Verificação	- Determinar os ângulos de ligação do átomo de carbono e como ele pode se ligar a outros átomos de carbono para formar cadeias e anéis. (p. 27) O propósito desta atividade é proporcionar aos alunos uma oportunidade para observar espacialmente as moléculas orgânicas... (p. 295)	Posterior
Isomeria Plana	Verificação	- Representar as ligações entre os átomos com modelos... (p. 42) - Verificar o número de combinações possíveis entre os átomos... (p. 42) Sugere-se que a atividade seja trabalhada após o desenvolvimento da discussão sobre Isomeria plana . (p. 298)	Posterior
Determinação da massa molar do gas butano	Demonstração	Por questões de segurança, essa atividade é feita pelo professor . (p. 72) Nesta atividade que, por questões de segurança, deve ser feita pelo professor , podem-se retomar os conceitos anteriormente estudados... (p. 304)	Posterior
Acidez e reatividade do suco de limão	Verificação	- Determinar o pH do suco de limão... (p. 98) - Analisar como o ferro presente na esponja... (p. 98) Nesta atividade procura-se demonstrar as propriedades do ácido cítrico , um ácido carboxílico. (p. 310)	Posterior
Cravos Coloridos	Verificação	- Observar a ação de corantes alimentícios... (p. 118) - Testar as possibilidades de composição de cores (p.118) ... mostrar a contribuição das substâncias absorvidas pelas plantas por seus vasos	Posterior

		condutores...	
Isomeria em haletos orgânicos	Verificação	- Representar isômeros geométricos por meio de modelos. (p. 134) Esta atividade objetiva a elaboração de modelos para representação de isômeros geométricos (p. 315)	Posterior
Estudo de propriedade ao glutano monossódico	Verificação	- Analisar as propriedades do glutano monossódico. (p. 142) A realização desta atividade proporcionará algumas conclusões sobre as propriedades... (p. 319) A grande solubilidade observada é coerente com o fato de... (p. 319)	Posterior
Isomeria optica do acido láctico	Verificação	- Visualizar por meio de modelos o fenômeno da isomeria óptica. (p. 155) A atividade proposta pode auxiliar o entendimento das estruturas assimétricas e melhorar a visão espacial das moléculas. (p. 321)	Posterior
Arco-iris de licopeno	Verificação	- Verificar a presença de licopeno no suco de tomate... (p. 184) Nesta atividade, que requer o uso de avental de algodão com mangas compridas e óculos de segurança, serão observados produtos do licopeno... (p. 326)	Posterior
Estudo da fermentação	Verificação	Na discussão após o experimento, além do uso das equações químicas e da função do fermento, poderão ser explorados assuntos da Química já estudados [...]. Essa revisão tem propósito de reforçar a noção de Química que está inserida nos diversos setores produtivos do conhecimento	Posterior

Uso da ureia no crescimento e desenvolvimento de vegetais	Verificação	- Verificar o uso da ureia - fonte de nitrogênio em fertilizantes Químicos - no crescimento e desenvolvimento de plantas. (p. 235) A ureia é um produto utilizado como fonte de nitrogênio para o crescimento de plantas. Além da realização do experimento, que permitirá observar o efeito desse material... (p. 342)	Posterior
Cola de caseína	Verificação	O que se pretende demonstrar com este experimento é a obtenção de polímeros a partir de recursos renováveis e com características biodegradáveis. (p. 346)	Posterior
Fazendo papel reciclado	Verificação	Estudar o processo como alternativa para a reciclagem desse tipo de lixo. (p. 271) Esta atividade permite discutir a reutilização de papel como uma prática sustentável e que tem sido aplicada no sistema produtivo. (p. 349)	Posterior
Identificação e digestão de proteína	Verificação	A segunda etapa consiste em observar , por meio do mesmo teste, a eficiência do suco de abacaxi na digestão das proteínas por ação de suas enzimas (bromelina).	Posterior

Fonte: Autoria própria.

Dos experimentos analisados, nenhum deles possui a característica de experimentação investigativa. Na verdade, é mais plausível dizer que de acordo como estão colocados no livro do aluno, os experimentos são utilizados somente como a confirmação de hipóteses.

No manual do professor, para a atividade “Isomeria Plana” (p. 42) o autor sugere que a atividade seja trabalhada após o desenvolvimento da discussão sobre isomeria plana, eliminando o primeiro ponto da abordagem investigativa que seria trabalhar o conteúdo como um conteúdo novo e não apenas para verificação e/ou confirmação de teorias. O autor também deixa outra alternativa de como ser abordada tal atividade, porém, esta pode ser considerada ainda mais questionável que a primeira, pois de acordo com ele, o professor nessa outra alternativa retomará os conceitos de isomeria plana e nomenclatura de compostos orgânicos (Figura 5).

Isomeria plana

Objetivo

- Representar as ligações entre os átomos com modelos formados por arruelas e barbantes.
- Verificar o número de combinações possíveis entre os átomos de uma molécula.

Material

- 10 arruelas ou argolas de, aproximadamente, 3 cm de diâmetro
- 20 pedaços de barbante de 10 cm de comprimento
- etiquetas adesivas

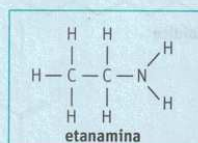
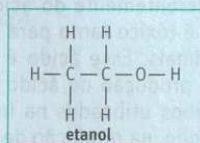
Procedimento

Parte A

1. Para representar os átomos de carbono, amarre as extremidades de quatro barbantes em uma arruela (cada pedaço de barbante corresponde a uma ligação química). Cada barbante deve ficar com uma extremidade livre. Use as etiquetas para identificar essas arruelas com o símbolo "C".
2. Para representar o átomo de nitrogênio, amarre três barbantes em uma arruela. Cada barbante deve ficar com uma extremidade livre. Identifique essa arruela com o símbolo "N".
3. Para os átomos de oxigênio, amarre dois barbantes em uma arruela. Identifique-a como "O".
4. Para representar os átomos de hidrogênio, amarre em cada arruela um barbante e identifique-as com o símbolo "H".

Parte B

1. Monte, com os conjuntos arruelas-barbantes, uma estrutura que represente a molécula de etanol e de etanamina.



2. Ligue os átomos (arruelas) uns aos outros pelas pontas soltas dos barbantes (que representam as ligações). A extremidade livre de um barbante deve se prender à extremidade livre de outro. O conjunto não pode apresentar barbantes com pontas soltas.
3. Verifique se é possível combinar esses mesmos átomos de outra maneira. Se você encontrar outra estrutura que possa conter esses mesmos átomos respeitando o número de ligações que cada um pode fazer, escreva a fórmula estrutural plana dessa estrutura e identifique a função a que ela pertence.
4. Monte a estrutura do ácido etanoico ($\text{H}_3\text{C}-\text{COOH}$).

Observação: Para estabelecer uma ligação dupla, dois barbantes de um dos átomos devem se ligar a dois barbantes do outro.

Análise e discuta

1. A que função pertence o etanol?
2. A que função pertence a molécula que você montou com o outro arranjo de átomos do etanol? Qual a sua nomenclatura oficial?
3. Qual a função orgânica do isômero do ácido etanoico? Dê o seu nome oficial.
4. Determine as fórmulas estruturais dos isômeros do 2-metilfenol. Dê os nomes oficiais de cada um deles.
5. Quantos isômeros planos podem ser escritos com a fórmula molecular C_4H_8 ? Escreva os nomes oficiais de cada um deles.

Resíduos: Os materiais podem ser armazenados e utilizados em outras atividades.

Figura 5 - Experimento "Isomeria plana" apresentado na obra de Antunes (2013).
Fonte: Antunes (2013)

Os experimentos apresentados pelo autor aparentemente não apresentam a testagem de métodos como procedimento em suas atividades experimentais. Em alguns

pontos das atividades experimentais, como no caso da Cola de Caseína, observamos ao final do seu procedimento a seguinte frase: “o resultado poderá ser observado em algumas horas”. Isso, entretanto, não qualifica como “processos de observação” pois é apenas uma etapa de confirmação do experimento.

As atividades experimentais exploram pouco o registro sistemático de dados e quando o fazem é solicitando que o estudante anote um determinado valor a ser obtido durante a experimentação para cálculos posteriores.

Todos os experimentos possuem uma seção chamada de “análise e discussão”, na qual os estudantes utilizam os resultados obtidos para responder as perguntas que são relacionadas, geralmente, ao conteúdo científico que está sendo abordado. Neste caso, é válido dizer que o experimento não incita a construção de perguntas e respostas por parte dos estudantes.

Como citado anteriormente existe diferença entre contextualização e exemplificação. No livro de Antunes (2013) temos no seu trabalho com polímeros um trabalho com a reciclagem de plásticos. Isso é de fato uma contextualização do problema, pois ele trabalha um determinado assunto de abordagem científica nas demais abordagens (sociais, ambientais, histórica, etc), contribuindo para a formação de cidadão crítico.

Tanto na sua apresentação como em seu manual do professor, o autor traz a interdisciplinaridade como um ponto chave no aprendizado do estudante. Por ser tratado com extrema importância pelo autor, ele apresenta algumas opções para se trabalhar a mesma. No manual do professor (p. 288), o autor apresenta sugestões de atividades que possibilitam o trabalho com professores de diferentes disciplinas. O autor deixa claro que a utilização da interdisciplinaridade “não é meramente um fim, mas um dos meios para atingir os objetivos educacionais de interesse para a escola e para a comunidade”. Ele acredita que não é uma tarefa fácil de fazer, pois envolve diversas etapas de processo e foge da maneira na qual é abordada as aulas tradicionais atualmente e seu êxito “depende da concepção que o educador tem sobre interdisciplinaridade”.

Para o experimento “papel reciclado” (p. 271) o autor sugere a possibilidade de trabalho com um professor de artes, que utilizará essa prática na confecção de cartões e livretos.

O autor, no início do seu manual do professor (p. 284), mostra sua preocupação com a realidade das escolas brasileiras, explicando que as atividades devem ser adequadas a realidade que o professor vivencia na sua comunidade local. Isso inclui

desde trabalhos de pesquisa até a modificação de atividades experimentais. A questão agora é a seguinte: como interpretar isso nas atividades experimentais sugeridas pelo autor?

Para responder a esta pergunta, seria mais provável consultar se o autor oferece alguma atividade experimental complementar que substitua alguma deficiência que a escola ou a comunidade tenha. Nas sugestões de aula para o primeiro experimento, *Isomeria Plana* (p. 42), o autor informa em seu manual (p. 298) que os materiais que envolvem o experimento são de fácil e estes não exigem de um ambiente previamente preparado (provavelmente referindo-se a algum laboratório bem equipado).

Nos demais experimentos, no caso a *Cola de caseína*, p. 259, temos já no manual e no livro do aluno a indicação e um alerta sobre os devidos cuidados à realização do experimento. Este, entretanto, não apresenta sugestões de utilização de materiais alternativos pois o próprio experimento já trabalha com materiais que são de fácil acesso, já que de acordo com o autor, o objetivo do experimento é a “obtenção de polímeros a partir de recurso renováveis e com características biodegradáveis”.

O último experimento trabalha por si só com materiais que utilizamos diariamente em nossas casas. Os plásticos, encontrados na maioria dos produtos que consumimos, podem ser trazidos pelos estudantes (seguindo a orientação do livro). O autor recomenda no manual que caso a prática seja feita no laboratório, é recomendável que utilize o avental com mangas e óculos de segurança.

Ao longo do manual do professor é trabalhado as formas nas quais o professor pode trabalhar as suas aulas, temos na obra de Antunes (2013) sugestões de atividades extras. Na página 299 do livro, por exemplo, temos a sugestão de uma atividade extra que envolve “*Trabalho com modelos*”. Essa atividade além de possuir um breve resumo, possui indicações de como pode ser abordado, citando inclusive a interdisciplinaridade como parte adicional para a atividade. Logo abaixo temos também a sugestão de outra atividade chamada de “*Busca por Informações*” na qual o autor sugere que seja feita com o estudante uma atividade de pesquisa sobre as “Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicas de pares de isômeros *cis-trans*”. Para o autor essa atividade é importante para que se enriqueça o conhecimento do estudante.

Há indicação, também, de outras atividades experimentais no manual do professor, mas não cabe aqui citar todos. O que é possível dizer é que existe a proposição de atividades experimentais complementares, sendo algumas delas de pesquisa de dados ou por informações complementares.

Uma das principais características que o autor cita como sendo importante para a experimentação é a contextualização pois será através dela que o estudante conseguirá ajustar e desenvolver seu conhecimento criticamente com a sua realidade. Na obra de Antunes (2013) podemos observar a presença da contextualização entre as atividades experimentais apresentadas. Como vista, não são todas, mas a mera presença mostra que alguns experimentos compartilham da visão do autor de experimentação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisas na área de ensino de Química têm mostrado a importância da experimentação no processo de ensino e aprendizagem de Química, não apenas como um recurso motivador para os estudantes, mas como uma abordagem que permite um estabelecimento dialético entre teoria e prática, entre os conhecimentos fenomenológicos, teóricos e representacionais. À princípio, tal visão também é compartilhada pelos diferentes autores de livros didáticos, principalmente durante o diálogo com os professores por meio do manual do professor.

Entre os livros avaliados temos que a obra de Martha Reis (2014), de Santos e Mol (2013) e Mortimer e Machado (2013) apresentam um número relativamente pequeno de propostas de atividades experimentais de Química Orgânica. Já a obra de Antunes (2014) além das atividades indicadas no livro do aluno apresenta várias atividades extras no manual do professor.

Quanto ao tipo de abordagem todos os autores defendem que as experimentações propostas são do tipo investigativa. No entanto, para a grande maioria dos casos avaliados observamos que as características da abordagem do tipo verificação aparecem com maior frequência. Algumas das atividades propostas, apesar de serem baseadas em artigos de revistas da área de ensino de Química, perdem seu caráter investigativo devido a forma como é apresentada no livro do aluno.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. L. S. S.; OLIVEIRA, K. S.; FLORÊNCIO, M. F. Ensino por investigação: uma proposta de leitura e escrita no ensino de Biologia. **Revista da SBEnBio**, n. 7, p. 6758- 6764, 2014.

ANDRADE, J. A. R. **Bacon: vida e obra**. Em Bacon (Coleção Os Pensadores). São Paulo: Editora Nova Cultural, 1999.

ARAÚJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003

BACON, F. **Novum Organum ou Verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza**. Coleção Os Pensadores. São Paulo: Editora Nova Cultural, [1620] 1999.

BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. **História da Ciência para formação de professores**. 1ª Edição – (Série temas em História da Ciência). São Paulo: Editora Libreria de Física, 2014.

BRASIL. **Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília: MEC. 1961.

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

CARVALHO, A. M. P. **O ensino de ciências e a proposição de sequencias de ensino investigativas**. In Carvalho, A. M. P. (orgs.) Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo. Editora Thompsom, 2004.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** Editora Brasiliense, 1993.

CHIBENI, S. S. **O que é Ciência?**. Disponível em: <https://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/ciencia.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2016.

DAVIS, C.; ESPÓSITO, Y. L. Papel e função do erro na avaliação escolar. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 72, n. 171, p. 196-206, 1991.

DIONÍSIO, A. P.; MUNAKATA, K.; RAZZINI, M. P. G. **O livro didático e a formação de professores**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/vol11b.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2016.

FISCHER, R. M. B. Foucault e a análise do discurso em Educação. **Cadernos de Pesquisa**, n. 114, p. 197-223, 2001.

FOUCAULT, M. **A arqueologia do saber**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1997.

FRANCELIN, M. M. Ciência, senso comum e revoluções científicas: ressonâncias e paradoxos. **Ciência da Informação**, v. 33, n. 3, p. 26-34, 2004.

FRANCISCO JR., W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 30, p. 34-41, 2008.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 326-329, 2004.

GIORDAN, M. **O papel da experimentação no ensino de Ciências**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999. Disponível em:
<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iienpec/Dados/trabalhos/A33.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2015.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HENRY, J. **A revolução científica e as origens da ciência moderna**. Tradução Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.

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

MALDANER, G.; PIEDADE, M. C. T. Repensando a Química: a formação de equipes de professores/pesquisadores como forma eficaz de mudança da sala de aula em química. **Química Nova na Escola**, v. 1, p. 15-19, 1995.

MARCONDES, M. E. R. et al. **Química orgânica: reflexões e propostas para o seu ensino**. São Paulo: GEPEC - IQUSP, 2015.

MARTORANO, S. A. A; MARCONDES, M. E. R. As concepções de ciências dos livros didáticos de química, dirigidos ao ensino médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004. **Investigação em Ensino de Ciência**, v. 14, n. 3, p. 341-355, 2009.

MOCELLIN, R. C. **Lavoisier e a Longa Revolução na Química**. Dissertação (Mestrado em Fisolosofia) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

NICHOLSON, R. **A Grécia antiga**. São Paulo: Loyola, 2004

OLIVEIRA, L. H. M.; CARVALHO, R. S. Um olhar sobre a História da Química no Brasil. **Revista Ponto de Vista**, v. 3, p. 27-37, 2006.

OLIVEIRA, N.; SOARES, M. H. F. B. As atividades de experimentação investigativa em ciência na sala de aula de escolas de ensino médio e suas interações com o lúdico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2010, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Química. Disponível em:
<http://www.xvенеq2010.unb.br/resumos/R1316-1.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2015.

PERIUS, A.; HERMEL, E. E. S.; KUPSKE, C. As concepções de experimentação nos trabalhos apresentados nos Encontros Nacionais de Ensino de Biologia (2005-2012). ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 6., 2013, Santo Ângelo. **Anais...** Santo Ângelo: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Disponível em: http://san.uri.br/sites/anais/erebio2013/comunicacao/13391_88_ALINE_PERIUS.pdf. Acesso em: 01 jul. 2026.

RAMOS, F. P. **O conceito de gene em discursos de professores pesquisadores: evolução em andamento ou revolução permanente?** Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, 2012.

RAZZINI, G. P. G. **O livro didático e a memória das práticas escolares.** Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/vol1b.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2015.

RÉGIS DE MORAIS, J. F. **Ciência e tecnologia: introdução metodológica e crítica.** Campinas: Papyrus, 1983.

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-Crítica – Primeiras Aproximações.** Coleção Educação Contemporânea. 10ª Edição Revista. Campinas: Autores Associados, 2008.

SOUSA SANTOS, B. **Um Discurso sobre as Ciências.** Porto: Edições Afrontamento, pp.01-22, 1988.

RONAN, C. **História Ilustrada da Ciência 2.** Universidade de Cambridge. Jorge Zahar Editor Ltda, 1993.

SCHEFFER, E. W. **Química: Ciência e disciplina curricular, uma abordagem histórica.** Dissertação (Pós-Graduação em Educação) - Universidade Federal do Paraná, 1997.

SILVA, R. T. et al. Contextualização e experimentação uma análise dos artigos publicados na seção "Experimentação no ensino de Química" da revista Química Nova na Escola 2000-2008. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 2, p. 277-298, 2009.

SILVEIRA, F. L.; OSTERMANN F. A insustentabilidade da proposta indutivista de “descobrir a lei a partir de resultados experimentais”. **Caderno catarinense de Ensino de Física**, v. 19, n. Especial, p. 7-27, 2002.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio. ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14., 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Química. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0342-1.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2015.

ZAMBIASI, J. L. **Do racional-positivismo ao construcionismo científico.** In: Paulo Marcelo Marini. (org). Ensino de Ciências: Pesquisas e Reflexões. Ribeirão Preto: Holos, 2006.