



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Natalia Dias De Faria

**EXPERIÊNCIAS DE FÍSICO-QUÍMICA NOS LIVROS
DIDÁTICOS DO PNLD 2018: UMA ANÁLISE CRÍTICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília – DF

2.º/2017



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Natalia Dias De Faria

**EXPERIÊNCIAS DE FÍSICO-QUÍMICA NOS LIVROS
DIDÁTICOS DO PNLD 2018: UMA ANÁLISE CRÍTICA**

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

Orientador: Roberto Ribeiro da Silva

2.º/2017

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo.”

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Primeiramente devo agradecer a Deus por tudo, pois é graças a Ele que consegui cumprir mais essa etapa e é Ele que me faz tentar ser uma pessoa melhor a cada dia.

Tenho muito a agradecer aos meus pais, minha madrasta e meus irmãos (Mariana, Larissa e João Gabriel) que me acompanharam por toda a vida, sempre me incentivaram e me deram todo o apoio o que tornou tudo isso possível. A toda a minha família por todo o amor e compreensão que sempre tiveram comigo.

Ao meu amor, Aurélio Venturelli, por sempre acreditar em mim, mesmo quando eu não acreditava. Sempre me deu força e determinação para prosseguir nessa caminhada de me tornar professora.

Agradeço em especial ao professor Bob, meu orientador, que admiro muito como pessoa, pesquisador e professor, pelos inúmeros aprendizados em química e em ensino de química no decorrer da minha graduação e nesse ano que me orientou. Sem o senhor esse trabalho não existiria.

Sou muito grata a Patrícia, ao Ricardo, ao Mól, ao Eduardo, a Renata - meus professores da licenciatura - por todos os ensinamentos no decorrer da minha graduação, vocês contribuíram não apenas para a minha formação como educadora, mas também para a minha formação como pessoa.

Tenho muito a agradecer em memória ao professor Wildson, por ter sido para mim, um exemplo de professor e de ser humano. Obrigada pelas inúmeras reflexões e por me fazer ver que uma das tarefas mais importante do professor é ensinar e formar para a cidadania.

Agradeço aos meus amigos, Camila, Clarice, Diogo, Letícia, Daniel, Fernando e Filipe por todo o apoio, ajuda e incentivo no decorrer da minha graduação.

SUMÁRIO

Introdução	7
Capítulo 1 – Aspectos relacionados à experimentação e livros didáticos no ensino de ciências	9
Capítulo 2 – Metodologia	23
Capítulo 3 – Resultados e Discussão	25
Considerações finais	51
Referências	53
Apêndices	55

RESUMO

O uso de experimentação tem sido amplamente recomendado no ensino de Ciências como forma de contribuir para uma melhor compreensão da relação teoria-experimento e, assim, tornar perceptível aos alunos que essa relação é indissociável. Desse modo, a experimentação no ensino deve ter um caráter investigativo, englobando não apenas o conhecimento científico, mas também, a interdisciplinaridade e a contextualização. No entanto, dependendo da abordagem utilizada, as atividades experimentais podem colaborar pouco para que esses objetivos sejam alcançados. Outro aspecto relevante no ensino é o uso de livros didáticos. Os livros didáticos são uma importante ferramenta para ajudar os professores a desenvolver diversas atividades em sala de aula e também, os estudantes como material de estudo. Portanto, é necessário que esses livros incorporem propostas didático-pedagógicas que contribuam para o processo de ensino-aprendizagem numa perspectiva de formação para a cidadania. Devido a relevância que esses aspectos possuem no desenvolvimento de aprendizagens e concepções em torno de ciência, educação e sociedade, este trabalho tem como objetivo analisar como são abordados os experimentos propostos pelos livros didáticos de química aprovados no PNL 2018 referente aos conteúdos de físico-química. Além da análise, ao final, foram elaboradas atividades experimentais de caráter investigativas em que se possam estabelecer inter-relações com a realidade.

Palavras-chaves: livro didático; experimentação; ensino de ciências.

INTRODUÇÃO

Há diversas questões que permeiam o ensino de Química, dentre elas, há dois aspectos relevantes: a experimentação no ensino e o uso do livro didático. A experimentação se constitui de atividades imprescindíveis para o desenvolvimento de aprendizagens em ciências e que levam a uma maior compreensão da relação teoria-experimento. O livro didático é um recurso didático-pedagógico caracterizado por contribuir e facilitar o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes.

No entanto, dependendo das estratégias utilizadas pelos livros didáticos no desenvolvimento de atividades experimentais, eles podem contribuir pouco para a educação científica e acabar colaborando para visões equivocadas da Ciência, caracterizando-a como neutra, objetiva, de caráter comprobatório e sem relação com as problematizações histórico-sociais. Nesse contexto, abordagens em sala de aula caracterizadas por uma apresentação prévia dos conceitos teóricos seguidas de experimentos para simples verificação do conhecimento, são pouco promissoras para o desenvolvimento de aprendizagens significativas pelos estudantes (BRASIL, 2014).

Por isso, o livro didático é uma ferramenta de ensino para os professores ao estabelecer estratégias de ensinar que resultarão em determinadas concepções de ciência, educação e sociedade. É importante que o livro didático seja estruturado por abordagens metodológicas que promovam não apenas o desenvolvimento do conhecimento químico, mas também a compreensão da ciência como um campo gerador de perguntas e respostas provisórias, sendo um processo permanente de reconstrução (BRASIL, 2014). E isso pode ser alcançado com a introdução de atividades experimentais investigativas em Química, que envolvam os três níveis de conhecimento químico (observação, interpretação submicroscópica e o nível representacional), como é exposto por Silva, Machado e Tunes (2010).

Apesar dessas questões serem frequentes no ensino de Química, as atividades experimentais adotadas nas escolas dificilmente apresentam um caráter investigativo. Por esse motivo e como os livros didáticos podem auxiliar os professores no desenvolvimento de um

ensino por investigação, é desejável que tais materiais contemplem experiências investigativas. Este Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química tem como objetivo realizar uma análise das atividades experimentais propostas no conteúdo de Físico-Química das obras aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) referente ao ano 2018.

A ideia dessa investigação é fazer uma avaliação de como são abordados os experimentos nos livros didáticos, identificar suas potencialidades, possíveis erros e se é necessário refazê-los ou ainda propor novas atividades experimentais no modelo de atividades demonstrativo-investigativas.

Portanto, esse trabalho pode contribuir para que os professores da educação básica tenham uma visão do que vem a ser atividades demonstrativo-investigativas e como inseri-las em suas aulas, principalmente porque elas podem ser desenvolvidas até mesmo em escolas que não dispõem de laboratórios.

CAPÍTULO 1 – ASPECTOS RELACIONADOS À EXPERIMENTAÇÃO E LIVROS DIDÁTICOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Neste capítulo serão apresentados em um primeiro momento os aspectos relacionados à experimentação, suas abordagens nas salas de aula e sua importância no processo de ensino-aprendizagem de Ciências. Em seguida, um breve histórico do ensino de Química no Brasil e suas relações com a criação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Adicionalmente, será discutido os aspectos relevantes do ensino de Química no Ensino Médio e sua relação com o livro didático. Por fim, serão abordados os critérios de avaliação do PNLD 2018 juntamente com os aspectos gerais das atividades experimentais propostas pelas obras aprovadas.

A importância da Experimentação no Ensino de Ciências

Discussões e estudos em torno do papel da experimentação no ensino de ciências são antigos, mas também continuam frequentes no âmbito educacional. Os resultados dessas investigações têm contribuído para se delinear a relevância da inserção de atividades experimentais no ensino de Ciências e o impacto delas para se alcançar uma educação científica significativa. Isso porque as atividades experimentais quando desenvolvidas adequadamente podem promover uma aproximação entre os objetivos da Ciência e os objetivos que se esperam alcançar na escola.

As investigações em torno da experimentação apontam para necessidade do enfoque da relação teoria-experimento, preferencialmente associada a uma abordagem interdisciplinar e contextualizada dos conceitos. Esses aspectos encontram-se contemplados nos documentos oficiais atuais, tais como os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (Brasil 1999), as Orientações Curriculares Nacionais – OCN (Brasil, 2006), entre outros.

Apesar de hoje já se saber que o uso de experimentação possibilita o melhoramento da qualidade do ensino de Ciências, há diversas razões, colocada pelo ambiente educacional,

para justificar a ausência de atividades experimentais na educação básica. Em relação a essas razões, Silva, Machado e Tunes (2010) pinçaram algumas que se ouve recorrentemente, como:

- a falta de laboratórios nas escolas;
- a deficiência dos laboratórios, traduzida na ausência de materiais, tais como reagentes e vidrarias;
- a inadequação dos espaços disponibilizados para aulas experimentais;
- a grade curricular de Ciências, em função do escasso tempo disponível, dificulta a inclusão de atividades de laboratório;
- a escassez de roteiros que contemplem explicitamente a relação teoria-experimento. (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 241-242).

Em compensação, como é colocado pelos mesmos autores, há crenças de que a simples realização de atividades experimentais seria intrinsecamente motivadora e podendo até desenvolver uma aprendizagem efetiva para os estudantes. Entre essas crenças inclui-se:

1. A realização apenas de experimentos com explosões, coloridos, isto é, atividades que promovam maior impacto visual contribuiriam no maior interesse por parte dos estudantes.
2. O uso ilimitado de atividades experimentais no ensino de Ciências para melhorar a aprendizagem dos alunos.
3. As idas ao laboratório estimulam mais os alunos a estudarem devido ao fato de se ter uma metodologia diferente das aulas teóricas.
4. As atividades experimentais promovem atitudes científicas nos estudantes.
5. A ideia de que os experimentos comprovam as teorias.

Na verdade, o uso de atividades experimentais motivadas por essas crenças não contribui para uma aprendizagem de Ciências. Elas provavelmente estão relacionadas às concepções que os professores têm sobre a natureza da Ciência e pela dificuldade de compreender o que ensinar de Ciências, para que e por que ensinar.

Por outro lado, mesmo com essas crenças ainda é escasso o desenvolvimento de atividades experimentais no meio educacional e quando há, estão baseadas nessas ideias. Adicionalmente, esse fato pode também estar associado à falta de clareza que os professores possuem sobre o papel da experimentação no ensino de Ciências.

Aspectos como esses podem ser consequência do processo de formação inicial de professores de Ciências. Apesar dos avanços no decorrer desses últimos anos nos currículos de Licenciatura ainda não houve uma consolidação desses cursos e, por isso, os resultados desses avanços nas escolas ainda é pequeno. Esse fato está associado ao cenário educacional

do Brasil. Percebe-se ao analisar ao longo da História, nunca houve uma política de formação de professores sólida que pensasse este âmbito da educação com um aspecto necessário do processo de construção da sociedade (FERREIRA; KASSEBOEHMER, 2012).

No entanto, as instituições de Ensino Superior têm papel primordial para que as escolas da Educação Básica possam superar esse cenário.

Não há como melhorar a qualidade da educação básica se as instituições de educação superior, em especial as federais, não forem convocadas e estimuladas a priorizar a formação inicial e continuada dos recursos humanos que vão atuar na educação básica. Cabe a elas, em cooperação com organismos governamentais de todos os níveis, debater, propor, e desenvolver ações e projetos específicos para a formação de educadores para suprir as principais carências do sistema educacional. A elas, primordialmente, compete a tarefa de viabilizar, do ponto de vista metodológico, com base científica e senso prático, uma efetiva rede nacional de centros de formação inicial e de aperfeiçoamento de professores (RUIZ; RAMOS; HINGEL, 2007, p. 19).

Em relação ao Ensino de Ciências é necessário deixar de ver o curso de Licenciatura como um apêndice ao do bacharelado, sendo essencial as reformulações no currículo da Licenciatura que busquem um curso com identidade própria e voltado para a preparação do licenciado para a atuação docente (FERREIRA; KASSEBOEHMER, 2012). Nessa perspectiva, somente com a preocupação e mudanças no processo de formação de professores será possível ter docentes capacitados a atuarem de acordo com os objetivos de ensino da Educação Básica, baseado na legislação educacional brasileira.

Nesse sentido, Silva, Machado e Tunes (2010) corroboram o que se encontra nos documentos educacionais, isto é, a experimentação deve incorporar a interdisciplinaridade, a contextualização e deve sempre enfatizar a relação teoria-experimento. É nesse contexto que as atividades experimentais devem estar inseridas na educação básica. Segundo esses autores, o uso da experimentação deve incorporar os seguintes eixos orientadores:

o ensinar e o aprender como processos indissociáveis; a não dissociação teoria-experimento; a interdisciplinaridade, a contextualização e a educação ambiental como decorrentes dos contextos escolhidos para o desenvolvimento dessas atividades. (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 245).

Sendo assim, entendemos ser necessária a ampliação do conceito de atividade experimental para além do laboratório. Há diversos espaços, além da própria sala de aula, onde se pode desenvolver uma atividade experimental, como: o jardim da escola, a cantina, hortas na escola; além de espaços existentes nas proximidades da escola, como parques, estabelecimentos comerciais ou ainda em museus, indústrias e estação de tratamento de água.

Para que essas atividades experimentais possam promover aprendizagens é essencial que as aulas sejam bem planejadas, organizadas e realizadas adequadamente para poderem cumprir com os objetivos didático-pedagógicos.

Dentro desse contexto, Silva, Machado e Tunes (2010) expõem orientações de como desenvolver experimentos para que sejam uma atividade relevante no processo de apreensão do conhecimento escolar de Ciências. Discorreremos sobre algumas das atividades destacadas pelos autores.

Atividade demonstrativo-investigativa

A atividade demonstrativo-investigativa é aquela em que o professor a partir da apresentação e observação de um fenômeno inclui aspectos teóricos para explicá-lo. Atividades como esta podem ser inseridas na própria sala de aula no decorrer das aulas teóricas para explicar determinados aspectos do conteúdo.

Silva, Machado e Tunes (2010) apresentam sugestões para conduzir estas atividades demonstrativo-investigativas, são elas:

1. Partir de um questionamento inicial: a formulação de uma pergunta que possa estimular a curiosidade dos alunos.
2. Realização do procedimento experimental.
3. Acompanhado das possíveis observações macroscópicas. Por exemplo, mudança de cor na solução, liberação de gás e formação de precipitado.
4. Buscar elaborar com auxílio dos alunos uma interpretação submicroscópica, que nada mais é que a explicação científica, isto é, a explicação do fenômeno observado com base nas teorias científicas. Nesta etapa, o professor poderá solicitar aos alunos que proponham possíveis explicações, visando levantar as concepções prévias dos alunos.
5. Na sequência, pode-se explorar a expressão representacional, ou seja, a utilização da linguagem científica. Com o uso de modelos representacionais, equações químicas, fórmulas, gráficos, entre outros. O uso de expressões representacionais deve sintetizar o conhecimento desenvolvido durante a interpretação submicroscópica.
6. Resposta à pergunta inicial. Neste momento o professor poderá pedir aos alunos que tentem formularem possíveis respostas para a pergunta inicial a partir das

explicações apresentadas pela interpretação submicroscópica e pela expressão representacional se couber. Aqui deve ser incluído também possíveis usos e aplicações do conhecimento abordado.

7. Também defendem que seja associada ao fenômeno observado uma problemática Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Isso implica na inclusão de discussões de aspectos sociais, ambientais, econômicos, culturais, religiosos atrelados ao experimento. Nessa perspectiva discute-se de forma reflexiva a produção do conhecimento científico-tecnológico e o impacto social que a aplicação do fenômeno provoca em nossa realidade. Esta etapa pode incluir também aspectos da história da Ciência relacionados ao fenômeno observado e/ou aos conceitos abordados.
8. Cuidado com os resíduos. Essa parte está relacionada com a necessidade de que toda atividade experimental deve apresentar o que se deve fazer com os resíduos gerados. Nas perspectivas atuais do ensino de Química, é recomendável que as atividades experimentais utilizem produtos e equipamentos de fácil acesso e que não gerem resíduos tóxicos e que necessitem de um tratamento adequado.

Nestas aulas, a discussão com os alunos sobre os três níveis de conhecimento químico (observação macroscópica, interpretação submicroscópica e expressão representacional) com suas devidas associações e a inclusão da interface CTS são aspectos importantes, que podem dar ao experimento um caráter investigativo (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

O uso de atividades demonstrativo-investigativas se bem conduzidas podem promover uma melhor compreensão da relação teoria-experimento, além de proporcionar uma interação do professor com os alunos e dos alunos entre si, podendo assim, aumentar a participação deles na sala de aula.

Experiências investigativas

Neste tipo de atividade busca-se a solução para uma questão que é colocada e deverá ser solucionada pela realização de experiências. Alguns tipos de experiências investigativas podem requerer um laboratório apropriado na escola, como por exemplo, o uso de reagentes e materiais de laboratório. Para a realização destas atividades Silva, Machado e Tunes (2010) recomendam as seguintes etapas:

1. Proposição de um problema;

2. Identificação e exploração de ideias dos estudantes;
3. Elaboração de possíveis planos de ação;
4. Realização do experimento planejado;
5. Avaliação dos dados que foram anotados;
6. Resolução do questionamento inicial.

Simulações em Computadores

Diversas experiências não são apropriadas para serem realizadas na escola por diversos fatores, como por exemplo, elevado custo dos materiais, apresentarem elevado grau de periculosidade, toxicidade e riscos, entre outros. Desta forma, essas experiências podem ser realizadas usando simulações em computadores que podem reproduzir esses experimentos sem risco. No entanto, é fundamental que o professor faça adaptações, como seguir uma sequência com problematizações, para que se possa alcançar os objetivos desejados.

Vídeos e Filmes

A utilização de vídeos e filmes é uma alternativa que pode ser usada como atividade experimental e que ajuda a proporcionar uma abordagem contextualizada e interdisciplinar na sala de aula. Da mesma forma, os vídeos e filmes devem ser adaptados para se alcançar um caráter investigativo.

Para que vídeos e filmes sejam inseridos no contexto da sala de aula é necessário que o professor planeje e organize bem essas atividades. Para isso, são dadas sugestões para conduzir aulas com o uso de vídeos e filmes.

1. O professor pode introduzir a aula com questões que podem ser colocadas antes da exibição.
2. Durante a projeção, se necessário, o professor pode interromper a exibição para estabelecer um diálogo com os alunos e pode apontar significados que são importantes naquela parte.
3. Se for interessante pode-se voltar e projetar uma parte mais de uma vez, apontar ou focalizar os aspectos considerados importantes pelo professor no processo de ensino-aprendizagem.

4. O professor pode fazer diversos trabalhos depois da exibição, como: destacar e extrair os tópicos relevantes, realizar uma roda de conversa com os alunos ou até mesmo realizar outras questões.

As intervenções feitas pelo professor antes, no decorrer e ao final da exibição de vídeos ou filmes são essenciais para que os objetivos esperados com atividades como essa sejam alcançados. Além disso, é também primordial que o professor conheça bem o vídeo ou filme a ser exibido, incluindo o dever de sempre verificar o funcionamento dos equipamentos e também estimar o tempo necessário para a realização dessas atividades, para assim, garantir o bom desenvolvimento da aula.

Horta na Escola

A horta quando inserida no ambiente educacional é capaz de proporcionar o desenvolvimento de diversas aprendizagens em ciências, como o desenvolvimento de questionamentos sobre as necessidades e os cuidados para o desenvolvimento de plantas, sobre processos de educação ambiental, além de possibilitar uma abordagem contextualizada e a relação teoria-experimento.

Visitas Planejadas

Visitas planejadas também são consideradas espaços em que se pode desenvolver atividades experimentais para contribuir com uma melhor aprendizagem. Mas é essencial que sejam cuidadosamente planejadas as visitas, estabelecendo objetivos entre os grupos para a promover a compreensão de determinados fenômenos.

Estudos de Espaços Sociais e Valorização de Saberes Populares

O estudo abordando a valorização de saberes populares é uma perspectiva de relacionar o contexto social e a cultura popular com o conhecimento formal ensinado. Esses estudos de saberes populares podem proporcionar dentro da sala de aula a realização de debates e discussões tanto de cunho científico como social. Desta forma, a inserção desse tipo de atividade nas aulas é uma maneira de inserir formas diferentes de pensar e viver distintas do conhecimento trazido pela ciência. É possível valorizar saberes populares, mostrar a

riqueza da diversidade de pensamento e ajudar os alunos a refletirem sobre a importância de se respeitar e considerar as diferentes formas de conhecimento, mesmo sendo diferentes da própria visão

Pode-se notar que o conceito de atividade experimental é amplo e se estende para além de aulas em laboratório. Essas formas de atividades experimentais apresentadas, se bem planejadas, podem contribuir no processo de ensino-aprendizagem do aluno ao proporcionar o desenvolvimento da educação científica e também uma formação voltada para a cidadania.

Questões Históricas do Ensino de Química na Relação com o PNLD

No Brasil, conforme é tratado pelo PNLD (BRASIL, 2011; 2014), o ensino de Química foi implementado como componente curricular da educação básica pela reforma Francisco de Campos (1931). Desde então, a disciplina Química foi inserida na escola, inicialmente no ensino secundário como era denominado na época, que em seguida recebeu o nome de 2º grau e, a partir de 1996, foi estabelecida como Ensino Médio. No decorrer do século XX, assim como toda a educação básica, a Química, como área de ensino, foi influenciada pelo contexto histórico vivenciado pelo Brasil, sendo estruturada de acordo com as necessidades sociais, econômicas e políticas de cada período.

Na década de 1970, diante de um cenário de desenvolvimento industrial, o ensino tecnicista ganhou força e assim, o ensino de Química foi caracterizado por uma aprendizagem mecanicista, voltada para a memorização de fórmulas e nomes, e por uma concepção de ciência empirista e resolutiva. Neste período, que se inicia a produção das famosas “apostilas de cursinho”, com a finalidade de preparar os alunos para serem aprovados no vestibular. Um ensino baseado pela valorização de regras e macetes com o objetivo de treinar os alunos para a realização de exercícios. Dessa forma, muitos livros didáticos produzidos para o Ensino Médio das escolas eram originados dessas “apostilas de cursinho” (BRASIL, 2011; 2014).

Em contrapartida a esse processo, nos anos 80, se estabeleceram diversos grupos de pesquisas em ensino de Química constituídos por professores do Ensino Superior e Médio que começaram a questionar o ensino de Química no Brasil e a repensar o papel da Química como matéria escolar. Nessa perspectiva, surgiram alguns encontros de pesquisadores nacionais e regionais para se discutir o ensino de Química (como, o Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ, os Encontros do Centro Oeste de Ensino de Química – ECODEQ, entre outros). Tais encontros proporcionaram um espaço para discussão de novas propostas e

abordagens para o ensino de Química. Inclusive, possibilitaram a produção de livros didáticos diferenciados, caracterizados por articular o conhecimento científico com uma educação para cidadania.

Esses estudos contribuíram para que o ensino de Química no decorrer dessas últimas décadas passasse por diversas transformações de natureza didático-pedagógica. Com o auxílio desses estudos, o ensino de Química passou a poder colaborar para a construção de posturas cidadãs que valorizem a tomada de decisões, a autonomia e o princípio democrático que devem nortear o processo educativo das escolas (BRASIL, 2017). Estando assim, de acordo com o artigo 35 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB – Lei nº 9.394, de 1996) ao estabelecer que o Ensino Médio tem como finalidades:

- I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (BRASIL, 1996, p. 14).

Tendo como base essas finalidades para o Ensino Médio no Brasil, os livros didáticos devem ser inseridos nesse contexto, isto é, devem assegurar a articulação das dimensões ciência, cultura, trabalho e tecnologia no currículo dessa etapa da educação básica. (BRASIL, 2017).

Em relação ao ensino de Química, atualmente, há uma ampla produção de livros didáticos que incorporam diferentes propostas didático-pedagógicas. Apesar disso, a produção de livros didáticos ainda é influenciada pelos modelos de apostilas preparatórias para o vestibular. Esse fato se reflete, por exemplo, na grande quantidade de exercícios de vestibular nos livros didáticos e na divisão de conteúdos nas áreas de Química Geral (Inorgânica), Físico-Química e Orgânica. No entanto, as discussões em torno do ensino de Química atual estão baseadas em dois princípios fundamentais:

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

desenvolvimento do pensamento científico em Química. (BRASIL, 2014, p. 10).

Por isso, os livros didáticos de Química devem incorporar esses princípios que são importantes no processo de ensino de Química. Este fato foi reforçado com o surgimento dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (Brasil, 1999) e das Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - OCNEM (Brasil, 2006) que recomendam sua inclusão no currículo do Ensino Médio. São exemplos desses princípios: os estudos de materiais e substâncias, a dimensão energética envolvida nas transformações químicas, os modelos explicativos voltados para dimensão microscópica da constituição da matéria, entre outros (BRASIL, 2011).

No ensino de Química é recomendável a inclusão de três aspectos: a experimentação, a história da ciência e a contextualização dos conteúdos. Esses aspectos são fundamentais para o desenvolvimento do conhecimento químico. No entanto, a forma como são abordados, muitas vezes, não contribuem eficientemente para aprendizagem dos alunos. Os experimentos acabam por colaborar por uma educação química empirista, de caráter comprobatório e sem relação com o cotidiano.

Esses aspectos e diversos outros constituem algumas das preocupações relacionadas ao ensino de Química no Brasil. Apesar de instituírem os currículos do Ensino Médio, suas práticas em sala de aula ainda são pouco frequentes e pouco significativas para os alunos. Por esses motivos, e como os livros didáticos podem ser um importante instrumento para o processo de ensino-aprendizagem, o Ministério da Educação começou a estabelecer políticas públicas e, dessa forma, critérios de avaliação para analisar os livros didáticos. Incorporado ao Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) surge o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) implantado em 2004.

O Ensino de Química no Ensino Médio e sua Relação com o Livro Didático

O livro didático se tornou uma importante ferramenta para que os professores da educação básica desenvolvam o seu trabalho nas escolas. Desta maneira, o PNLD Química tem contribuído para que, nos últimos anos, os livros didáticos superem a apresentação de definições isoladas dentro de boxes dos capítulos e busquem estabelecer relações mais fortes

entre o contexto-teoria-representação (BRASIL, 2017). Adequando-se assim, ao currículo do Ensino Médio, conforme é determinado pelos PCN e pelas OCNEM.

Nesse contexto, os livros didáticos atuais de Química têm abordado o nível macroscópico por meio da proposição de experimentos, da contextualização e da valorização da história da ciência (BRASIL, 2017). Sendo que esses aspectos têm papéis fundamentais para o desenvolvimento do conhecimento químico articulado com uma educação para cidadania.

A experimentação se caracteriza por ser indispensável para a apropriação de conceitos químicos. Mas, caso a experimentação seja utilizada apenas para confirmar conceitos já trabalhados em sala de aula, tornará a aprendizagem dos alunos pouco efetiva (BRASIL, 2017), além de poder contribuir para visões equivocadas sobre a natureza da ciência. É sugerido pelo PNLD 2018 que caso essas atividades experimentais:

tenham caráter investigativo, poderão contribuir mais com a aprendizagem dos estudantes nas aulas de Química, pois isso pressupõe observação, registro, discussão e busca de respostas às perguntas colocadas pelos professores e pelas professoras ou levantadas pelos próprios estudantes. Assim, a atividade experimental – quando proposta antes mesmo da apresentação dos conceitos – pode servir para auxiliar na participação dos estudantes, bem como na construção dos conceitos químicos, dinamizando a aula e colaborando para o aumento do interesse dos estudantes nas escolas (BRASIL, 2017, p. 10).

Os livros didáticos de Química podem colaborar para que os professores desenvolvam uma perspectiva investigativa em suas aulas e também com propostas de atividades experimentais simples e com recursos adaptáveis à escola, para tornar mais acessível e possível o desenvolvimento dessas atividades nas escolas que não disponibilizam de estruturas complexas de laboratórios químicos (BRASIL, 2017).

Para tanto, para a realização de qualquer tipo de atividade é preciso considerar o objetivo e a finalidade da educação básica. Sendo que o foco principal deve ser:

promover oportunidades de reflexão, de análise da realidade, de interpretação de contextos a partir da Química, de desenvolvimento da cidadania e de posicionamento em um mundo modificado científica e tecnologicamente. Desta forma, a experimentação e o contexto são elementos importantes que precisam compor as estratégias didáticas dos professores e das professoras de Química. (BRASIL, 2017, p. 11).

Neste aspecto, a contextualização pode contribuir para um maior envolvimento dos estudantes nas aulas e na compreensão da Química e de suas produções. Por isso, a ausência de contexto nas aulas de Química colabora pouco no processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, contextualizações acompanhadas de um enfoque CTS são primordiais para que os

estudantes conheçam mais da química e das suas relações com o mundo, sociedade e sua importância para a preservação do meio ambiente (BRASIL, 2017).

Juntamente com a experimentação e a contextualização, a história da ciência é fundamental para que os estudantes compreendam como se deu e se dá a construção do conhecimento científico. No entanto, o uso da história da ciência na escola não é algo trivial e simples. A história da ciência pode auxiliar na compreensão da natureza da ciência e por isso deve considerar:

a presença da mulher na produção do conhecimento, o enfrentamento à ideia da ciência como produção individual, a mutabilidade dos modelos explicativos, o reconhecimento da promoção científica em outros centros que não o europeu, a participação de diferentes grupos étnicos no desenvolvimento dos saberes, entre outros. (BRASIL, 2017, p. 12).

Os livros didáticos antigos contribuíram mais para visões estereotipadas da ciência, já os atuais têm buscado apresentar a história da ciência a partir de fatos que considerem a diversidade e a pluralidade do desenvolvimento da Química na humanidade (BRASIL, 2017).

Para que as aprendizagens e as finalidades esperadas para o Ensino Médio sejam alcançadas é importante que o livro didático incorpore abordagens de ensino nessas perspectivas, e com isso, poder auxiliar os professores da educação básica no desenvolvimento de suas aulas na tentativa de proporcionar uma educação melhor para os estudantes do Ensino Médio.

PNLD 2018: Princípios e Critérios de Avaliação

O PNLD, de forma geral, tem contribuído significativamente para o aperfeiçoamento dos livros didáticos, pois levam em consideração as questões atuais de ensino e Educação. Para isso, a cada três anos é lançado um edital para avaliar as obras didáticas e assim selecionar os livros que podem compor as escolas da rede pública do país.

No âmbito da Química, o último PNLD 2018, o processo de avaliação de seus livros didáticos foram considerados cinco critérios que abrangeram desde a legislação educacional brasileira até aspectos específicos do conhecimento químico e seu ensino nas perspectivas atuais (BRASIL, 2017).

A partir dessas considerações, presentes no edital, foram construídos os critérios de avaliação do componente curricular Química no PNLD 2018, constituído por seis blocos de avaliação: descrição da obra; características gerais da obra; conformidade com a legislação;

coerência do conhecimento químico na obra; pressupostos teórico-metodológicos do ensino de química e perspectiva orientadora presente no manual do professor.

Em relação a coerência do conhecimento químico e obra no bloco 4, há nove indicadores dentre eles destaque quatro:

- situa os conceitos químicos em diferentes contextos e/ou situações da vivência cotidiana;
- articula os códigos da Química com o campo teórico e com o campo empírico dos fenômenos;
- apresenta a Química como ciência de natureza humana marcada pelo caráter provisório, enfatizando as limitações de cada modelo explicativo, por meio da exposição de suas diferentes possibilidades de aplicação;
- apresenta o conhecimento químico de forma contextualizada, considerando dimensões sociais, econômicas e culturais, da vida humana em detrimento de visões simplistas acerca do cotidiano estritamente voltadas à menção de exemplos ilustrativos genéricos que não podem ser considerados significativos enquanto vivência (Brasil, 2017, p.17).

No bloco 5, pressupostos teórico-metodológicos do ensino de química é constituído por doze indicadores a qual faço referência a cinco:

- contempla a abrangência teórico-conceitual da Química (história da ciência, CTSA, experimentação etc.);
- rompe com uma abordagem metodológica baseada em atividades didáticas que enfatizam exclusivamente aprendizagens mecânicas, com a mera memorização de fórmulas, nomes e regras, de forma descontextualizada;
- apresenta experimentos adequados à realidade escolar, previamente testados e com periculosidade controlada, ressaltando a necessidade de alertas acerca dos cuidados específicos necessários para cada procedimento, indicando o modo correto para o descarte dos resíduos produzidos em cada experimento;
- apresenta, em suas atividades, uma visão de experimentação que se alinha com uma perspectiva investigativa, que contribua para que os jovens pensem a ciência como campo de construção de conhecimento permeado por teoria e observação, pensamento e linguagem;
- favorece a apresentação de situações-problema que fomentem a compreensão dos fenômenos, bem como a construção de argumentações que favoreçam tomadas de decisão no exercício da cidadania (BRASIL, 2017, p.18).

Esses critérios de avaliação constituem algumas das exigências estabelecidas pelo PNLD 2018 para aprovação dos livros didáticos de Química. No entanto, pelo que se entende, não é necessário que os livros cumpram todos os requisitos estabelecidos pelo PNLD e sim, atendam a uma determinada quantidade dos critérios julgadas pela comissão avaliadora do PNLD. No último PNLD 2018, foram aprovadas seis obras de Químicas por se adequarem as exigências do edital.

As Atividades Experimentais no Contexto das Obras Aprovadas no PNLD 2018

Cada obra aprovada no PNLD 2018 possui suas especificidades, qualidades e limitações; sendo abordados seus aspectos gerais no guia PNLD disponibilizado pelo MEC.

As seis obras de Química aprovadas são:

1. Ser Protagonista: Química – Obra coletiva (org. edições SM)
2. Química – Martha Reis
3. Química – Eduardo Fleury Mortimer e Andrea Horta Machado
4. Química – Ciscato, Pereira, Chemello e Proti
5. Vivá: Química – Novais e Tissoni
6. Química Cidadã – Wildson Santos e Gerson Mól (coord.)

O guia PNLD 2018 destaca alguns aspectos relacionados as atividades experimentais propostas nesses livros didáticos, como é relatado a seguir.

Em relação à experimentação, as obras apresentam alertas sobre a periculosidade dos procedimentos propostos, bem como oferecem alternativas na escolha dos materiais para os experimentos. Apesar de todas optarem pela experimentação como uma abordagem teórico-metodológica para construção do conhecimento químico, é importante observar que nem sempre as alternativas para escolha dos materiais são suficientemente apresentadas (BRASIL, 2017, p. 21-22).

Também fornece recomendações ao trabalhar com atividades experimentais no Ensino Médio, em que destaca a importância da experimentação investigativa, pois colabora para o estudo da Química, de suas teorias e dos modelos explicativos para os fenômenos (BRASIL, 2017).

Em relação aos experimentos propostos nas obras aprovadas indicam o uso de materiais alternativos para garantir que possam ser desenvolvidos em outros ambientes que não apenas os laboratórios e ressalta que nas:

coleções aprovadas, poucas apontam explicitamente a importância do laboratório químico como espaço para a realização de atividades experimentais, priorizando, portanto, procedimentos que possam ser realizados em ambientes diversos (BRASIL, 2017, p. 22).

O PNLD 2018, para concluir, esclarece que o livro didático é um complemento para os professores afim de enriquecer suas atividades em sala de aula e aborda que o momento para a realização das atividades experimentais e suas relações com os conceitos químicos podem ser analisados pelos professores para se adequarem a essa perspectiva e garantir a autonomia e a sequência didática adotada por eles no planejamento de suas aulas (BRASIL, 2017).

CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA

Como foi abordada a experimentação tem um papel fundamental para a apropriação pelos alunos do conhecimento científico e o livro didático é uma importante ferramenta que contribui para o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes. Com base nisso, os livros didáticos são responsáveis por apresentarem atividades experimentais que possam proporcionar o desenvolvimento do conhecimento científico articulado com o desenvolvimento de uma educação para a cidadania.

Conforme foi apresentado na introdução, esse trabalho tem como objetivo avaliar as atividades experimentais da área de Físico-Química das obras aprovados no PNLD 2018. Sendo que neste capítulo será abordado os critérios de avaliação utilizados para as análises das atividades experimentais dos livros de Química.

Critérios de Avaliação

A análise das atividades experimentais presentes nos livros didáticos de química foi realizada utilizando os critérios listados a seguir, os quais foram dispostos na forma de tabela para cada uma das obras aprovadas.

1. conteúdo;
2. objetivo do experimento;
3. o experimento pode ser demonstrativo;
4. exige o uso de reagentes específicos/ equipamentos/laboratório;
5. possui pergunta inicial, se possuir qual;
6. se há a separação dos três níveis de conhecimento químico (observação macroscópica, interpretação submicroscópica e o nível representacional);
7. possui interface CTS ou contextualização;
8. se apresenta os cuidados necessários com os resíduos.

Esta análise é uma tentativa de avaliar como são abordados os experimentos propostos pelos livros de químicas nos capítulos correspondentes aos conteúdos de Físico-Química. Tais conteúdos são:

1. cinética química;
2. eletroquímica;
3. equilíbrio químico;
4. propriedades coligativas;
5. radioatividade;
6. soluções;
7. termoquímica.

As obras avaliadas correspondem a todas que foram aprovadas no PNLD 2018, conforme listadas:

1. Ser Protagonista: Química – Obra coletiva (org. edições SM)
2. Química – Martha Reis
3. Química – Eduardo Fleury Mortimer e Andrea Horta Machado
4. Química – Ciscato, Pereira, Chemello e Proti
5. Vivá: Química – Novais e Tissoni
6. Química Cidadã – Wildson Santos e Gerson Mól (coord.)

CAPÍTULO 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são descritos os resultados obtidos pela análise das atividades experimentais das obras aprovadas pelo PNLD 2018. Em seguida, é feita uma análise desses experimentos. Em que, primeiramente são destacados, com base nos aspectos considerados relevantes na elaboração de uma atividade experimental, as características gerais dos experimentos presentes nas obras. Segundamente, é realizada uma análise dos aspectos dos experimentos propostos pelas obras para cada item de conteúdo de físico-química. Para finalizar, foram elaborados experimentos alternativos para cada item de conteúdo, sendo apresentados no apêndice.

Dados Obtidos a Partir dos Experimentos Propostos pelas Obras

As tabelas a seguir apresentam os resultados obtidos na análise das atividades experimentais das 6 coleções aprovadas no PNLD 2018. Foram contemplados os conteúdos de físico-química, sendo identificados 7 itens (cinética química, eletroquímica, equilíbrio químico, propriedades coligativas, radioatividade, soluções e termoquímica).

Tabela 1: Experiências de Físico-Química, Livro Ser Protagonista, vol. 2.

Conteúdo	Objetivo do Experimento	Pode ser demonstrativo	Exige o uso de Reagentes específicos/ Equipamentos/ Laboratório	Possui Pergunta Inicial? Qual?	Separação nos Três Níveis do Conhecimento Químico			Interface CTS/ Contextualização	Resíduos
					Macros-cópico	Submicroscópico	Representacional		
Cinética Química	Verificar a rapidez de uma reação química e a influência da concentração de reagente	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
	Interpretar o efeito da superfície de contato, da concentração e da temperatura sobre a rapidez de reações	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Eletroquímica	Identificar condições que interferem na corrosão do ferro	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
	Construir uma pilha de limão	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
	Observar o efeito da corrente elétrica em uma reação química	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Equilíbrio Químico	Determinar a acidez de amostra de suco de limão ou suco de laranja	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim

Tabela 3: Experiências de Físico-Química, Livro Ser Protagonista, vol.2.

Conteúdo	Objetivo do Experimento	Pode ser demonstrativo	Exige o uso de Reagentes específicos/ Equipamentos/ Laboratório	Possui Pergunta Inicial? Qual?	Separação nos Três Níveis do Conhecimento Químico			Interface CTS/ Contextualização	Resíduos
					Macros-cópico	Submicros-cópico	Represen-tacional		
Termoquímica	Investigar o calor envolvido na reação de decomposição da água oxigenada	Não	Sim	Como determinar se uma reação é endotérmica ou exotérmica?	Não	Não	Não	Não	Sim

Tabela 4: Experiências de Físico-Química, Livro Química-Martha Reis, vol. 2 e 3.

Conteúdo	Objetivo do Experimento	Pode ser demonstrativo	Exige o uso de Reagentes específicos/ Equipamentos/ Laboratório	Possui Pergunta Inicial? Qual?	Separação nos Três Níveis do Conhecimento Químico			Interface CTS/ Contextualização	Resíduos
					Macros-cópico	Submicros-cópico	Represen-tacional		
Cinética Química	Identificar a influência da temperatura e da superfície de contato na velocidade das reações	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Eletroquímica	Construir uma pilha caseira	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Verificar a eletrólise do iodeto de potássio (KI)	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não

Tabela 6: Experiências de Físico-Química, Livro Química-Mortimer, vol. 2.

Conteúdo	Objetivo do Experimento	Pode ser demonstrativo	Exige o uso de Reagentes específicos/ Equipamentos/ Laboratório	Possui Pergunta Inicial? Qual?	Separação nos Três Níveis do Conhecimento Químico			Interface CTS/ Contextualização	Resíduos
					Macroscópico	Submicroscópico	Representacional		
Cinética Química	Verificar os fatores que afetam a velocidade de reações	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não
Eletroquímica	Verificar o comportamento redutor da vitamina C	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
	Observar as mudanças de tonalidades de uma solução de permanganato provocada pela redução do Mn	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
	Evidenciar a formação de novas substâncias no escurecimento de frutos	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	-
	Compreender a tabela de potenciais de eletrodos-padrão de redução	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
	Identificar os componentes do interior de uma pilha comum	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
	Investigar a eletrólise de uma solução de KI	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não

Tabela 7: Experiências de Físico-Química, Livro Química-Mortimer, vol. 2.

Conteúdo	Objetivo do Experimento	Pode ser demonstrativo	Exige o uso de Reagentes específicos/ Equipamentos/ Laboratório	Possui Pergunta Inicial? Qual?	Separação nos Três Níveis do Conhecimento Químico			Interface CTS/ Contextualização	Resíduos
					Macroscópico	Submicroscópico	Representacional		
Eletroquímica	Investigar os fatores envolvidos na corrosão do ferro	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Equilíbrio Químico	Verificar a existência de reações reversíveis	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
	Construir uma escala de pH com materiais comuns à base de um indicador de repolho roxo	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
Propriedades Coligativas	Investigar a volatilidade de algumas substâncias	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não
	Verificar como a adição de um soluto não volátil interfere na temperatura de ebulição de líquidos	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	-
	Verificar a influência da adição de um soluto não volátil na temperatura de fusão de líquidos	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	-

Tabela 8: Experiências de Físico-Química, Livro Química-Mortimer, vol. 2.

Conteúdo	Objetivo do Experimento	Pode ser demonstrativo	Exige o uso de Reagentes específicos/ Equipamentos/ Laboratório	Possui Pergunta Inicial? Qual?	Separação nos Três Níveis do Conhecimento Químico			Interface CTS/ Contextualização	Resíduos
					Macroscópico	Submicroscópico	Representacional		
Propriedades Coligativas	Compreender o processo de osmose	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	-
Radioatividade	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soluções	Verificar os processos envolvidos na formação de cavernas calcárias	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não
	Avaliar a solubilidade pela liberação de gás do refrigerante	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Verificar a solubilidade diferenciada de sais para identificar soluções incolores	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Termoquímica	Entender o funcionamento de termômetros	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	-
	Discutir a diferença entre temperatura e as sensações: quente e frio	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	-

Tabela 9: Experiências de Físico-Química, Livro Química-Mortimer, vol. 2.

Conteúdo	Objetivo do Experimento	Pode ser demonstrativo	Exige o uso de Reagentes específicos/ Equipamentos/ Laboratório	Possui Pergunta Inicial? Qual?	Separação nos Três Níveis do Conhecimento Químico			Interface CTS/ Contextualização	Resíduos
					Macroscópico	Submicroscópico	Representacional		
Termoquímica	Verificar se há uma relação direta entre calor e temperatura	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	-
	Explicar o porquê do uso da técnica de “banho-maria”	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	-
	Determinar os calores envolvidos nos processos de transformação química e mudanças de estado físico	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Não

Tabela 10: Experiências de Físico-Química, Livro Química-Ciscato, vol. 2.

Conteúdo	Objetivo do Experimento	Pode ser demonstrativo	Exige o uso de Reagentes específicos/ Equipamentos/ Laboratório	Possui Pergunta Inicial? Qual?	Separação nos Três Níveis do Conhecimento Químico			Interface CTS/ Contextualização	Resíduos
					Macroscópico	Submicroscópico	Representacional		
Cinética Química	Verificar outros fatores que influenciam a rapidez de uma reação química	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim

Tabela 11: Experiências de Físico-Química, Livro Química-Ciscato, vol. 2.

Conteúdo	Objetivo do Experimento	Pode ser demonstrativo	Exige o uso de Reagentes específicos/ Equipamentos/ Laboratório	Possui Pergunta Inicial? Qual?	Separação nos Três Níveis do Conhecimento Químico			Interface CTS/ Contextualização	Resíduos
					Macroscópico	Submicroscópico	Representacional		
Eletroquímica	Construir pilhas em associação em série e em paralelo	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim
Equilíbrio Químico	Compreender o processo de deslocamento de equilíbrio químico	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Propriedades Coligativas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Radioatividade	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soluções	Avaliar o teor de gás oxigênio dissolvido em amostras de água	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim
Termoquímica	Estimar o valor energético de diferentes alimentos	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim

Tabela 12: Experiências de Físico-Química, Livro Vivá, vol. 2.

Conteúdo	Objetivo do Experimento	Pode ser demonstrativo	Exige o uso de Reagentes específicos/ Equipamentos/ Laboratório	Possui Pergunta Inicial? Qual?	Separação nos Três Níveis do Conhecimento Químico			Interface CTS/ Contextualização	Resíduos
					Macroscópico	Submicroscópico	Representacional		
Cinética Química	Verificar os fatores que influenciam na velocidade das reações	Sim	Não	Que fatores tornam a reação de um comprimido efervescente com água mais rápida ou mais lenta?	Não	Não	Não	Não	Sim
Eletroquímica	Construir uma pilha	Sim	Não	Que características devem ter os materiais usados para gerar eletricidade e de que forma devem estar dispostos?	Não	Não	Não	Não	Sim
	Verificar em quais condições ocorrem a corrosão do ferro.	Sim	Não	Que condições favorecem o desenvolvimento da ferrugem?	Não	Não	Não	Sim	Sim
	Realizar uma eletrólise a partir de uma montagem de uma pilha	Sim	Sim	É possível montar uma pilha e com ela fazer uma eletrólise em meio aquoso?	Não	Não	Não	Sim	Sim

Tabela 13: Experiências de Físico-Química, Livro Vivá, vol. 2.

Conteúdo	Objetivo do Experimento	Pode ser demonstrativo	Exige o uso de Reagentes específicos/ Equipamentos/ Laboratório	Possui Pergunta Inicial? Qual?	Separação nos Três Níveis do Conhecimento Químico			Interface CTS/ Contextualização	Resíduos
					Macroscópico	Submicroscópico	Representacional		
Equilíbrio Químico	Compreender o fenômeno de deslocamento de equilíbrio químico	Sim	Não	Como os indicadores ácido-base nos ajudam a entender alterações em um equilíbrio químico?	Não	Não	Não	Não	Sim
Propriedades Coligativas	Compreender o fenômeno de osmose	Sim	Não	O que acontece com a superfície de um pepino cortado, quando ele é mergulhado em uma solução salina?	Não	Não	Não	Sim	Sim
Radioatividade	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soluções	Verificar a influência da temperatura na solubilidade de gás em água	Sim	Não	Qual a influência da temperatura na solubilidade de um gás em água?	Não	Não	Não	Sim	Sim
Termoquímica	Determinar a quantidade de calor em alguns alimentos	Sim	Sim	Como se faz para determinar a quantidade de calor de alimentos e bebidas?	Não	Não	Não	Não	Sim

Tabela 14: Experiências de Físico-Química, Livro Química Cidadã, vol. 2 e 3.

Conteúdo	Objetivo do Experimento	Pode ser demonstrativo	Exige o uso de Reagentes específicos/ Equipamentos/ Laboratório	Possui Pergunta Inicial? Qual?	Separação nos Três Níveis do Conhecimento Químico			Interface CTS/ Contextualização	Resíduos
					Macroscópico	Submicroscópico	Representacional		
Cinética Química	Compreender os fatores que influenciam as reações	Sim	Não	Por que a vela apaga?	Não	Sim	Sim	Não	Sim
	Verificar os fatores que alteram a velocidade da reação	Sim	Não	Você pode controlar reações? Como?	Não	Não	Não	Não	Sim
Eletroquímica	Observar o efeito da corrente elétrica sobre alguns líquidos	Sim	Sim	Líquidos podem atacar metais?	Não	Não	Não	Não	Sim
	Observar se a passagem de corrente elétrica na água e em uma solução de iodeto de potássio (KI) pode promover uma eletrólise.	Sim	Sim	A que acontece quando uma corrente elétrica passa por um líquido?	Não	Sim	Sim	Não	Sim
Equilíbrio Químico	Identificar uma reação reversível	Sim	Sim	Por que a cor vai e volta?	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Propriedades Coligativas	Perceber a influência da pressão de vapor na evaporação de diferentes líquidos	Sim	Não	Os líquidos evaporam com a mesma rapidez?	Não	Não	Não	Não	Sim

A partir desses resultados, foram analisados os experimentos propostos pelos livros didáticos.

Aspectos Gerais das Atividades Experimentais das Obras aprovadas no PNLD 2018

Segundo Silva, Machado e Tunes (2010) três aspectos dentre outros são importantes na elaboração de uma atividade experimental:

- a) a pergunta inicial;
- b) a separação dos três níveis do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e representacional);
- c) a contextualização e/ou interface Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).

Esses três aspectos são fundamentais no desenvolvimento de uma atividade experimental investigativa. Então, a análise dos experimentos propostos nos livros didáticos foi realizada levando em consideração tais aspectos. Para isso, a tabela a seguir apresenta a relação entre o conteúdo, número de experimentos propostos para esse conteúdo em relação a todas as obras e quais possuem pergunta inicial, separação dos três níveis de conhecimento químico e contextualização e/ou interface CTS.

Tabela 16: Síntese dos resultados obtidos da análise dos experimentos.

Conteúdo	Nº de Experimentos	Pergunta Inicial	Separação dos Três Níveis de Conhecimento	Contextualização/ Interface CTS
Cinética Química	8	3	0	1
Eletroquímica	18	5	1	4
Equilíbrio Químico	10	2	1	0
Propriedades Coligativas	9	4	2	3
Radioatividade	1	0	0	0
Soluções	9	1	1	2
Termoquímica	9	2	0	3
Total	64	17	5	10

A partir desses dados, obtidos pela análise das tabelas 1 a 15, pode-se ter uma ideia geral das características dos experimentos propostos em cada conteúdo pelos livros didáticos.

Como é possível perceber dentre todos os 64 experimentos sugeridos pelas obras, apenas 17 possuem pergunta inicial, representando aproximadamente 27% das atividades experimentais. Além disso, não foi identificada entre as perguntas propostas, alguma que possa motivar ou despertar o interesse e curiosidade dos alunos. Isso pode estar relacionado também ao fato que a maioria dos experimentos são apenas de natureza procedimental. Dentre as perguntas, pode-se destacar duas:

- Como determinar se uma reação é endotérmica ou exotérmica?
- Qual a influência da temperatura na solubilidade de um gás em água?

Em relação a separação nos três níveis do conhecimento químico pode-se evidenciar que em apenas 5 atividades experimentais de 64 apresentam o nível macroscópico, a interpretação submicroscópica e a expressão representacional, o que não caracteriza nem 10% dos experimentos. Vale ressaltar, de forma geral, que os experimentos propostos pelos livros didáticos são abordados de forma introdutória ou de conclusão do tema relacionado ao experimento, não apresentando a explicação para o experimento em si.

A contextualização e/ou interface CTS foram contempladas em 10 atividades experimentais constituindo quase 16% de um total de 64, sendo que a maioria expõe apenas uma contextualização do experimento que é importante no desenvolvimento de uma atividade experimental, mas sem um enfoque CTS.

A discussão dos três níveis do conhecimento químico articulado com uma contextualização e/ou interface CTS são fundamentais no desenvolvimento de uma atividade experimental partindo de uma pergunta inicial motivadora. Esses aspectos em conjunto proporcionam um caráter investigativo ao experimento e contribuem para uma melhor relação teoria-experimento (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

É possível notar que tais aspectos ainda não constituem a maior parte dos experimentos propostos pelos livros didáticos. No entanto, a inclusão ou não desses aspectos podem estar relacionados à finalidade atribuída por cada obra ao papel da experimentação no ensino de Ciências.

Espera-se que as atividades experimentais no ensino de Química incorporarem os seguintes eixos norteadores:

o ensinar e o aprender como processos indissociáveis; a não dissociação teoria-experimento; a interdisciplinaridade, a contextualização e a educação ambiental como decorrentes dos

contextos escolhidos para o desenvolvimento dessas atividades (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 245).

No entanto, esses aspectos não são ainda considerados relevantes nas atividades experimentais propostas nos livros didáticos aprovados no PNLD 2018. Apesar de serem importantes no novo contexto de ensino de Química de acordo com as legislações educacionais.

De forma geral, esse fato corrobora com o que é exposto pelo Guia PNLD 2018 ao estabelecer que a maioria das obras optaram por uma experimentação baseada por uma abordagem teórico-metodológica para apropriação do conhecimento químico (BRASIL, 2017).

Ainda assim, é importante ressaltar que cada obra possui suas especificidades e está associada ao fato de cada uma atribuir diferentes objetivos a experimentação. Dessa forma, algumas conseguem atribuir um caráter mais investigativo a experimentação e também dão uma maior valorização as atividades experimentais para o desenvolvimento de aprendizagens em química.

Cinética Química

Este conteúdo é contemplado em todos os livros em um total de 8 experimentos, dessas 8, 6 atividades são comuns a todos os livros didáticos. Essas atividades experimentais estão relacionadas aos fatores que influenciam a velocidade de reações químicas. Todos os livros optaram por explicar sobre isso a partir de um experimento utilizando comprimidos efervescentes.

É uma atividade experimental que se utiliza materiais de fácil acesso, de baixo custo e não geram resíduos que necessitam de um descarte e/ou tratamento adequado. Além disso, essa atividade torna bem perceptível para os alunos a influência da temperatura e da superfície de contato na velocidade da reação. Dessa forma, dependendo da abordagem utilizada pelo professor pode contribuir para a melhor compreensão da relação teoria-experimento pelos alunos.

Em relação as outras duas atividades experimentais, uma tem o título: *“por que a vela apaga?”* Este experimento é dividido em 3 partes, nas duas primeiras etapas deve-se adicionar água, sendo que na primeira com a vela acesa joga-se água na parte superior da chama e na segunda enche-se um pouco o copo em que está a vela e depois ela deve ser acendida. Na

terceira etapa adiciona-se bicarbonato de sódio ao pé da chama. Este experimento é simples e com uso de materiais de fácil acesso, pode ser realizado de forma demonstrativa pelo professor ou até mesmo pode ser feito em casa pelos alunos. Todavia, apesar de o livro trazer uma explicação relacionada a combustão da vela, não há a explicação dos fenômenos observados nas três etapas do experimento.

A última atividade experimental é para verificar a rapidez da reação química do bicarbonato de sódio com o ácido acético presente no vinagre e a influência da concentração de vinagre na rapidez da reação. Neste experimento, apesar de gerar resíduos que podem ser descartados na pia, são necessários alguns instrumentos específicos de laboratório, como: suporte universal, proveta e tubo de ensaio (figura 1 – mostra a montagem do experimento). Dessa maneira, em escolas que não possuem laboratório torna-se uma atividade prática inviável.



Figura 1: Imagem da montagem do experimento apresentada na obra, livro *Ser Protagonista*, vol. 2, p. 81.

Eletroquímica

Foram ao todo, 18 atividades experimentais propostas por todos os livros didáticos. Dentro desses experimentos, 4 abordam a montagem de uma pilha caseira (por exemplo, com batata ou limão) que é um experimento interessante para os alunos compreenderem como funciona uma pilha, os processos envolvidos e também sem gerar resíduos tóxicos.

Há em comum, também entre os experimentos propostos a eletrólise do iodeto de potássio (KI), que se apresenta em 4 livros das 6 obras aprovadas, representada na figura 2. No entanto, a eletrólise do KI é um experimento apenas para verificação de um fenômeno, o material não é de fácil acesso, apresenta um custo mais elevado, e ainda precisa-se tomar alguns cuidados com o descarte dos resíduos.



Figura 2: Imagem do experimento de eletrólise do KI apresentada pelo livro Martha Reis, vol. 2, p. 275.

A eletrólise do KI pode ter sido considerada interessante na visão dos autores do livro porque na reação ocorrida há a formação de uma substância colorida. Esse fato pode ser ainda uma consequência de algumas crenças relacionadas a experimentação e que são vivenciadas no meio educacional. Nesse caso, poderia associar por haver formação de uma substância colorida que seria considerado um fenômeno impactante e, por isso, resultaria em um maior interesse dos alunos em aprender (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Há também três atividades experimentais associadas a corrosão do ferro. Duas dessas tem como objetivo identificar as condições que interferem na corrosão do ferro, para isso deve-se mergulhar um prego em diferentes líquidos e soluções (por exemplo, água, óleo e solução de cloreto de sódio). Já a última, utiliza-se de uma solução ferricianeto de potássio ($K_3[Fe(CN)_6]$) que é um reagente específico de difícil acesso e que necessita de um descarte apropriado. Nessa atividade a ideia é mergulhar um prego normal, um entortado e dois pregos revestidos cada um com uma fita de zinco e um fio de cobre em uma mistura de gelatina e solução $K_3[Fe(CN)_6]$ e assim verificar o que ocorre.

Em relação ao processo de eletrólise, há também, o experimento de cobreação de um objeto metálico, que pode ser uma chave ou uma moeda, a partir da eletrólise de uma solução de sulfato de cobre (II) penta-hidratado ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) feita por uma associação de pilhas em série. Esta atividade, diferentemente da eletrólise de KI, há aplicações, como a galvanoplastia utilizada para a proteção de metais.

Outra atividade experimental proposta por uma das obras aprovadas, está associada a ocorrência ou não de reações de oxirredução a partir das mudanças das características dos materiais, por exemplo ao mergulhar uma palha de aço em solução de água, açúcar e sulfato de cobre. Para isso, a obra introduz o experimento por meio de uma pergunta: líquidos podem atacar metais? Todavia, não há uma resposta para a pergunta inicial proposta.

Há também, em uma das obras, dois experimentos relativos ao caráter redutor da vitamina C, em um deles, ocorre por meio da reação com o iodo alcóolico e no outro, pela reação com permanganato de potássio, afim de mostrar como o ácido ascórbico presente na vitamina C atua como um forte agente redutor. Todavia, deve-se ter cuidado na explicação para que os alunos não associem que sempre determinada substância apenas oxida ou reduz. Dependendo da condução feita pelo professor, pode-se a partir dessas atividades contextualizar sobre a importância da vitamina C e da doença relacionada a sua deficiência (o escorbuto), além de poder inserir aspectos históricos que envolvem a vitamina C, como o que levou a morte de diversos homens no período das grandes navegações em decorrência da falta de vitamina C nos alimentos dos navegantes.

Para tentar explicar o escurecimento de frutos, um dos experimentos propõe na primeira parte, cortar três pedaços de maçãs, sendo que em um deve-se cobrir a superfície com suco de limão, o outro com açúcar e o último pedaço deve-se deixar exposto. Na segunda etapa deve-se fincar um prego na maçã. Como é possível notar, esse experimento é simples e pode inclusive ser realizado em casa pelos estudantes. A realização desse experimento pode auxiliar os alunos a compreenderem que o escurecimento de frutos está associado a oxidação de substâncias presentes na fruta pelo gás oxigênio e pela segunda parte, que há substâncias na fruta capazes de provocar a oxidação de um metal, nesse caso, o ferro. Desse modo, pode-se mostrar aos alunos que não há de forma absoluta uma substância redutora ou oxidante.

Uma das atividades experimentais propostas foi desenvolvida para auxiliar na compreensão da tabela de potenciais de eletrodos-padrão de redução. A ideia desse experimento é separar placas de metais e soluções aquosas desses metais e assim em cada placa deve-se pingar as soluções e observar o quais soluções reagem com a placa metálica, conforme representado na figura 3.

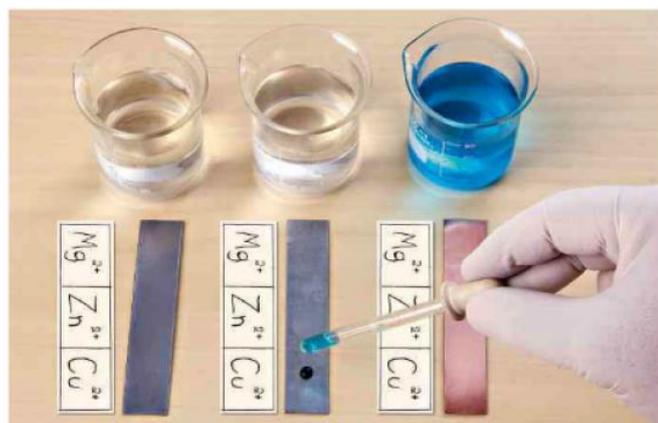


Figura 3: Imagem do experimento representada pelo livro do Mortimer, vol. 2, p. 212.

Para realizar o último experimento proposto deve-se abrir uma pilha comum para assim poder identificar os seus componentes e como funciona uma pilha comum. No entanto, na realização dessa atividade deve-se ter cuidado no manuseamento da pilha aberta por causa da presença de substâncias tóxicas. Essa atividade pode contribuir para que os estudantes entendam do que é feita uma pilha e de como ela funciona. Inclusive, a partir dessa atividade pode-se discutir com os alunos sobre a importância da conscientização da sociedade da necessidade de realizar o descarte adequado de pilhas e lixo eletrônico.

Equilíbrio Químico

De todos os 10 experimentos abordados pelos livros didáticos, pode-se perceber que 3 possuem em comum a construção de um indicador de ácido-base a partir do repolho-roxo ou uva e amora. Essa proposta substitui o uso de papéis indicadores universais que possuem um custo mais elevado e só são encontrados em lojas específicas. Pois, o extrato desses alimentos apresenta cores diversas conforme a acidez ou basicidade do meio em que se encontra podendo ser um bom indicador universal de pH.

Duas obras apresentam um experimento relacionado a existência de reações reversíveis. Entretanto, essas duas atividades propostas utilizam de reagentes específicos de laboratório o que dificultam sua prática em sala de aula. Além de gerar resíduos que necessitam de um descarte apropriado. Em um desses, o autor optou por começar o experimento por uma pergunta: *por que a cor vai e volta?* Para assim, realizar o experimento conhecido como “garrafa azul”. Já o outro experimento propõe misturar diversas soluções para verificar o que ocorre, por exemplo: em um tubo de ensaio contendo solução de dicromato de potássio adicionar gota a gota uma solução de ácido clorídrico após verificar mudança, adicionar gota a gota uma solução de hidróxido de sódio até observar alguma outra alteração no sistema. Vale ressaltar, que atividades experimentais como essas podem contribuir para que os estudantes vejam o fenômeno como confirmação da teoria.

Uma das obras, propõe apenas um experimento relacionado ao efeito do íon comum no equilíbrio químico, utilizando reagentes simples (amônia e bicarbonato de amônio), contudo a realização dessa atividade é para uma simples verificação de um conceito. Em outra obra há um experimento semelhante para estudar descolamento de equilíbrio químico a partir de amônia e nitrato de amônio. Sobre esse assunto, em outro livro didático, o experimento é abordado primeiramente pela construção de um indicador ácido-base e utiliza-se de uma

pergunta inicial: *Como os indicadores ácido-base nos ajudam a entender as alterações em um equilíbrio químico?*

Há também, um experimento caracterizado apenas por determinar a constante de equilíbrio de uma amostra de vinagre, outro associado a identificar a hidrólise de sais a partir do pH de soluções salinas e, por fim, uma atividade experimental para estudar o efeito da temperatura na solubilidade de sais.

De modo geral, os experimentos propostos no conteúdo de equilíbrio químico, em alguns livros são apenas de cunho quantitativo e de confirmação da teoria, tanto que em nenhuma atividade experimental notou-se a presença de alguma contextualização e muito menos a interface CTS. Tais aspectos contribuem na participação e no maior interesse dos alunos na realização de atividades práticas, além de poderem proporcionar reflexões acerca da realidade.

Propriedades Coligativas

De todas as obras aprovadas, apenas uma não propôs experimentos sobre propriedades coligativas. Encontrou-se um total de 9 atividades experimentais, sendo que há algumas em comum. Duas atividades são relacionadas a volatilidade de líquidos para estudar o fenômeno da tonoscopia. Um dos experimentos aborda como a adição de um soluto não volátil interfere na temperatura de ebulição de líquidos (efeito ebulioscópico). Três experimentos estão associados a compreensão do fenômeno de osmose. Também, três atividades são para estudar a propriedade crioscópica. Desses três, um utiliza da pergunta inicial: *que sistema apresenta maior temperatura de fusão: água ou água com sal?* Os outros dois livros abordam esse experimento numa perspectiva de levantar o gelo com o uso de um barbante (figura 4 – esquema do experimento). Inclusive, em um desses casos, a atividade foi iniciada por meio de uma pergunta, que é: *como “pescar” um cubo de gelo com um barbante?*



Figura 4: Imagem do experimento do livro do Mortimer, vol. 2, p. 256.

Todas as atividades propostas são simples e com potencialidades para compreender os fenômenos coligativos e suas possíveis inter-relações com alguns os fenômenos observados no cotidiano e no mundo. Entretanto, as abordagens utilizadas pelos professores são fundamentais para que se possa alcançar os objetivos esperados. Por isso, é importante o uso de uma abordagem investigativa para que essas atividades não se tornem simplesmente uma comprovação ou reafirmação de alguma teoria.

Radioatividade

Este conteúdo, não se encontra presente na edição das obras aprovadas no PNLD 2018, sendo que apenas uma apresentou uma proposta de atividade experimental, representada pela figura 5 abaixo.

Atividade experimental

A radioatividade e a função exponencial

Objetivo
Construir e analisar o gráfico do decaimento radioativo do césio-137.

Material

- papel milimetrado A4
- lápis, borracha e régua

Procedimento

1. Utilizando os dados de decaimento radioativo do césio-137 e a massa inicial do radioisótopo fornecidos na matéria abaixo, faça uma tabela com os valores de massa da amostra e tempo decorrido. Suponha que pelo menos cinco meias-vidas se tenham passado.
2. Utilizando o papel milimetrado, faça os eixos x e y e marque os pontos no papel colocando a massa no eixo y e o tempo decorrido no eixo x .
3. Trace o gráfico exponencial unindo os pontos obtidos e considerando que a massa inicial corresponda ao tempo zero.

Em setembro de 1987, duas pessoas encontraram um aparelho abandonado em um antigo hospital (Instituto de Radioterapia) de Goiânia. Interessadas no material que o revestia (chumbo), transportaram o equipamento para suas casas e o abriram parcialmente. Como não conseguiram desmontar a peça inteira, venderam-na a um ferro-velho. As pessoas que desmontaram a máquina ficaram expostas à radiação emitida por 19,26 g de cloreto de césio-137 ($^{137}\text{CsCl}$), que, por possuir um brilho azul-escuro, encantou o dono do ferro-velho, que o levou para sua casa.

A substância possuía a aparência do sal de cozinha e foi distribuída a familiares e amigos. O fato de a substância ser higroscópica e possuir solubilidade alta contribuiu para o aumento do número de pessoas contaminadas. A meia-vida – tempo necessário para que metade dos núcleos de um radionuclídeo sofra desintegrações – do césio-137 é de 30,19 anos.

A radioterapia é um método utilizado para destruir células tumorais.

O acidente de Goiânia mostrou uma falha grave da fiscalização sanitária, o despreparo dos órgãos públicos responsáveis pelo controle e fiscalização das atividades nucleares, os quais demoraram a identificar as causas da contaminação, bem como o descuido das pessoas ao manusearem inadvertidamente produtos desconhecidos e a falta de conhecimento das providências que deveriam ter tomado em situações como essas.



Figura 5: Recorte da atividade experimental proposta pelo livro Ser Protagonista-Química, vol. 2, p. 261.

Pela leitura da imagem é possível notar que não se pode considerar essa atividade como sendo uma atividade experimental, apesar de o livro abordá-la como um experimento. A

experimentação no ensino pode ser entendida como uma atividade que permita a articulação entre fenômenos e teorias. Desta forma, o aprender ciências deve ser sempre uma relação constante entre o fazer e o pensar (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 235).

Por esse motivo, esta atividade proposta é um exercício para que os alunos representem graficamente um decaimento radioativo, dessa forma, não deve ser caracterizada como uma atividade experimental.

No caso deste conteúdo de radioatividade uma solução seria o uso de simulações em computadores como atividade experimental, tendo também como possibilidade a utilização de softwares gratuitos, como é sugerido por Silva, Machado e Tunes (2010). Para radioatividade há o programa Rived (Rede Internacional Virtual de Educação) que apresenta experimentos por meio de simulações e animações com uma sequência de atividades multimídias interativas e a presença de guias para o professor (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Soluções

Foram propostos ao todo 9 experimentos relacionados ao conteúdo de soluções por todos os livros didáticos. Dentre esses, 2 foram sobre como preparar e diluir soluções. Atividades experimentais como essa, que tem como objetivo a memorização de fórmulas e resultados quantitativos, não despertam o interesse dos alunos, por estarem associadas apenas ao caráter metodológico da experimentação e, dessa forma, não contribuem para uma melhor compreensão da relação teoria-experimento.

Encontrou-se outros 2 experimentos em comum, que são associados ao teor de gás na água. Apesar de um desses se basear nos aspectos quantitativos no desenvolvimento da prática, ambos apresentam contextualizações e propõem reflexões sobre a importância, por exemplo, do gás oxigênio dissolvido na água para a vida aquática e os impactos causados pela poluição. Vale ressaltar, que discussões em torno de assuntos como esse, são importantes no processo de aprendizagens em ciência atrelada a uma formação para a cidadania.

Há uma atividade experimental associada à liberação de gás de um refrigerante para estudar a solubilidade observando a liberação deste gás no líquido. Utiliza de materiais de fácil acesso e pode ser realizada em sala de aula.

Um dos experimentos propostos no conteúdo de soluções por uma obra, tem como título – *brincando de “detetive químico”: usando a solubilidade diferenciada de sais para descobrir o conteúdo de soluções incolores*. Tem como objetivo identificar as substâncias a

partir de suas solubilidades. No entanto, utiliza-se de reagentes específicos e de custo mais elevado (como: nitrato de prata e cloreto de bário), além de que esses reagentes geram resíduos que necessitam de um descarte apropriado. Esses aspectos já inviabilizam a realização dessa atividade nas escolas.

Uma das obras didáticas propõe um experimento de simular a formação de cavernas calcárias. É dividido em três partes, a primeira: *soprando água com cal*, a segunda: *estalactites de sulfato de magnésio* e a terceira: *jardins de cristais*. São necessários alguns reagentes específicos, como, na primeira parte que necessita de ácido clorídrico 0,1 mol/L, o que dificulta a sua realização nas escolas.

Outra atividade proposta está relacionada a maneira como a luz atravessa uma solução e uma dispersão coloidal. A obra optou por iniciar pela seguinte pergunta: *Qual a diferença entre a propagação da luz por uma solução e sua propagação por uma dispersão?* É um experimento que faz uso de materiais do cotidiano e que pode ajudar os alunos a compreenderem como se pode diferenciar um coloide de uma solução.

Sobre soluções também teve um experimento caracterizado por estudar as interações soluto-solvente. A ideia da atividade é preparar uma solução saturada de cloreto de sódio e observar o que ocorre com a adição de álcool a solução.

Termoquímica

Ao todo são 9 experimentos encontrados para o conteúdo de termoquímica, sendo que apenas em uma das obras aprovadas pelo PNLD não foi proposto atividade experimental para esse tema. Alguns desses experimentos requer algum equipamento ou instrumento específico de laboratório o que dificulta e complica a realização dessas atividades.

Dentre todos esses experimentos, 3 se baseiam na determinação da quantidade de calorías em alguns alimentos e em todos esses o objetivo está relacionado aos aspectos quantitativos e, conseqüentemente, a memorização de fórmulas e suas resoluções, não tendo relevância o fenômeno e sua explicação. Isso pode ser reforçado pelo fato que em nenhum experimento no conteúdo de termoquímica apresentou a separação nos três níveis de conhecimento químico (observação macroscópica, interpretação submicroscópica e expressão representacional), havendo assim uma preocupação apenas nos cálculos envolvidos nessa atividade experimental.

Vale ressaltar que segundo Silva, Machado e Tunes as atividades experimentais devem ser conduzidas na perspectiva de experiências abertas. Entende-se por essas experiências, toda aquela em que

os fenômenos são observados e os alunos conseguem, sob orientação, relacioná-los com uma teoria (relação teoria-experimento), não havendo necessidade de se alcançar resultados quantitativos próximos de valores tabelados encontrados em livros didáticos. (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 246).

Portanto, é importante que as atividades experimentais sejam conduzidas com o intuito de contribuir para o processo de ensino-aprendizagem de química e não para a memorização e resolução de problemas quantitativos.

Uma das atividades está associada ao calor envolvido na reação de decomposição da água oxigenada, a obra utiliza-se de uma pergunta inicial: *Como determinar se uma reação é endotérmica ou exotérmica?* Como é possível notar, essa não é uma pergunta que possa despertar a curiosidade dos alunos.

Outro experimento está baseado no estudo do processo de transferência de calor e realização de trabalho. Para isso, a atividade executa um experimento com uma bexiga cheia de ar e outra com água e ar, e ambas devem ser aquecidas (como mostra a Figura 6).



Figura 6: Imagem do experimento apresentada pelo livro da Martha Reis, vol. 2, p. 134.

Uma das obras aborda um experimento relacionado ao funcionamento de termômetros, em que a ideia é medir a temperatura de corpos com o uso de diferentes termômetros. Há também um experimento para discutir a diferença entre temperatura e as sensações de quente e frio. Outra atividade é feita para verificar a relação entre calor e temperatura. E também, há uma atividade experimental para explicar o uso da técnica de “banho-maria” no preparo dos alimentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Já se sabe que o uso de experimentação no ensino de Química é fundamental para o desenvolvimento de aprendizagens em ciências. Para isso ser alcançado é recomendável que as atividades experimentais possuam um caráter investigativo com enfoque na relação teoria-experimento atrelada a uma abordagem interdisciplinar e contextualizada do conhecimento científico. Os livros didáticos são uma importante ferramenta para o desenvolvimento de atividades em sala de aula pelo professor e, por isso, espera-se que esses materiais contemplem propostas didático-pedagógicas que incorporem essa perspectiva de ensino. Tais propostas devem contemplar, inclusive, as atividades experimentais desenvolvidas por esses livros.

Três aspectos, se trabalhados em conjunto, são essenciais para o desenvolvimento de uma atividade experimental investigativa que promova uma melhor relação da teoria-experimento. O primeiro é a pergunta inicial que possa despertar o interesse dos alunos. O segundo é a separação dos três níveis do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e representacional), essa parte é uma das mais importantes para a compreensão da química. O terceiro é a inclusão da interface CTS ou contextualização relacionados ao experimento, sendo que nessa etapa é possível se discutir de forma reflexiva a produção do conhecimento científico-tecnológico e seus impactos na sociedade.

No entanto, pode-se perceber pelos resultados desse trabalho que ainda não há de forma acentuada a presença desses aspectos nas atividades experimentais propostas pelas obras aprovados no PNLD 2018. Iniciar um experimento por meio de uma pergunta foi visto em apenas 27% das atividades, sendo que a maioria dos questionamentos não possuíam um caráter motivador. Nem 10% das atividades experimentais, presentes nos livros didáticos, apresentaram a divisão dos três níveis do conhecimento químico. Já em relação a inclusão da interface CTS ou contextualização representou aproximadamente 16% de todos os 64 experimentos propostos.

Pode-se concluir que apesar de todos esses estudos e discussões em torno da experimentação no ensino de Ciências e, dessa forma, da inclusão desses aspectos no desenvolvimento dessas práticas, as atividades experimentais presentes nas obras ainda são, de forma geral, de natureza procedimental. Fato que pode reforçar os problemas e as crenças relacionados a experimentação no ensino, podendo assim, pouco corroborar para o desenvolvimento de aprendizagens significativas em ciências. Além disso, a articulação do conhecimento científico com as problematizações sociais é fundamental para a formação reflexiva e para a cidadania dos estudantes da educação básica.

Por isso, que além da análise dos experimentos abordados pelas obras, foi proposto uma atividade experimental demonstrativo-investigativa para cada item de conteúdo de físico-química (apresentadas no apêndice) afim de tentar ajudar os professores no desenvolvimento de experimentos que possuam um caráter investigativo com enfoque na relação teoria-experimento atrelado a uma abordagem contextualizada e com inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade.

Além disso, o trabalho pode contribuir para uma melhor compreensão do papel da experimentação no ensino de Ciências, sendo necessário primeiramente a ampliação do conceito de atividade experimental e enxergar o quanto é importante o desenvolvimento de experimentos de caráter investigativo que apresentem relações com a realidade e o cotidiano do aluno. Pois, desse modo, além de proporcionar uma melhor compreensão do conhecimento químico, pode contribuir para a formação social dos estudantes, isto é, para que a experimentação no ensino de química também possa colaborar para que os objetivos educacionais estabelecidos para a educação básica sejam alcançados.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Lex**: 12. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2016. (Série legislação; n. 254).
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semetec, 1999.
- BRASIL. **Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semetec, 2006.
- BRASIL. **Guia de Livros Didáticos – PNLD 2012: Química: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2011. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/livro-didatico/guia-do-livro-didatico/item/2988-guia-pnld-2012-ensino-medio>>. Acesso em: 01 dez. 2017.
- BRASIL. **Guia de Livros Didáticos – PNLD 2015: Química: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2014. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/livro-didatico/guia-do-livro-didatico/item/5940-guia-pnld-2015>>. Acesso em: 01 dez. 2017.
- BRASIL. **Guia de Livros Didáticos – PNLD 2018: Química: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2017. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/livro-didatico/guia-do-livro-didatico/item/11148-guia-pnld-2018>>. Acesso em: 01 dez. 2017.
- CISCATO, C. A. M. et al. **Química**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2016. Vol. 2.
- FERREIRA, L. H.; KASSEBOEHMER, A. C. **Formação Inicial de Professores de Química: a instituição formadora (re)pensando sua função social**. 1. ed. São Carlos-SP: Pedro & João, 2012. Cap. 1, p. 11-25.
- LISBOA, J. C. F. et al (obra coletiva). **Ser Protagonista: Química**. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016. Vol. 2.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**. 3. ed. São Paulo: Scipione, 2016. Vol. 2.
- NOVAIS, V. L. D. de; ANTUNES, M. T. **Vivá: Química**. 1. ed. Curitiba: Positivo, 2016. Vol. 2.
- REIS, M. **Química**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016. Vol. 2.
- REIS, M. **Química**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016. Vol. 3.
- RUIZ, A. I.; RAMOS, M. N.; HINGEL, M. **Escassez de professores no Ensino Médio: propostas estruturais e emergenciais**. Brasília: MEC, 2007. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/escassez1.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

SANTOS, W. L. P. dos (COORD.); MÓL, G. (COORD.). **Química Cidadã**. 3. ed. São Paulo: AJS, 2016. Vol. 2. 2. série.

SANTOS, W. L. P. dos (COORD.); MÓL, G. (COORD.). **Química Cidadã**. 3. ed. São Paulo: AJS, 2016. Vol. 3. 3. série.

SILVA, R. R da.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar Sem Medo de Errar. In: Santos, W. L. P. dos (ORG.); Maldaner, O. A. (ORG.). **Ensino de Química em Foco**. 1. ed. Ijuí-RS: Unijuí, 2010. Cap. 9, p. 231-261.

APÊNDICES

Experimentos Elaborados para os Conteúdos de Físico-Química

Os experimentos propostos para cada item de conteúdo de físico-química foram elaborados na perspectiva de atividades experimentais demonstrativo-investigativas.

CONTEÚDO: Cinética Química

Tema

Fatores que influenciam na velocidade das reações químicas.

Pergunta Inicial

Um alimento cozinha mais rápido em água fria ou em água quente?

Um pedaço de carne cozinha mais rápido quando inteiro ou quando picado em pequenos pedaços?

Materiais

Comprimidos efervescentes, copos de vidro ou béqueres, água à temperatura ambiente, água gelada e água quente.

Procedimentos

1. Adicionar um comprimido inteiro no copo com água gelada e outro em outro copo com água quente ao mesmo tempo.

2. Adicionar um comprimido inteiro no copo com água à temperatura ambiente e em outro copo com água, também à temperatura ambiente, adicionar um comprimido triturado.

Observação Macroscópica

No primeiro caso, nota-se uma liberação de gás mais rápida no copo com água quente. Já no segundo experimento, ocorre a reação de forma mais rápida no copo em que foi adicionado o comprimido triturado.

Interpretação Submicroscópica

Como a ciência explica os fenômenos observados?

No geral, os comprimidos efervescentes contêm em sua composição várias substâncias, tais como: ácidos orgânicos, bicarbonato de sódio, bicarbonato de cálcio etc. Quando se dissolve um comprimido efervescente em água, o ácido orgânico presente (geralmente o ácido cítrico) reage com os bicarbonatos de sódio e cálcio produzindo gás carbônico e outras substâncias. Esta reação é evidenciada pela liberação de gás. Toda reação química é influenciada por alguns fatores e esses fatores alteram sua rapidez. Dois desses fatores são a temperatura e a superfície de contato.

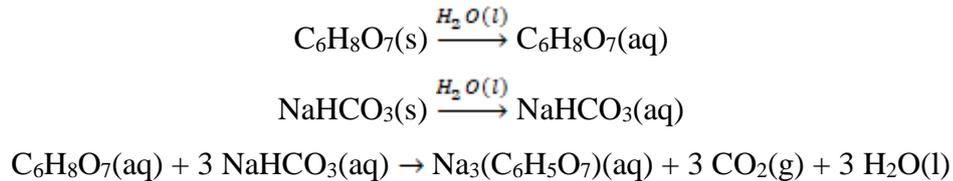
Para que uma reação química ocorra, é necessário que as partículas formadoras das substâncias reagentes colidam, reajam e formem novas substâncias, os produtos. A elevação da temperatura do sistema aumenta a energia cinética média das partículas, ocasionando o aumento do mínimo de colisões e conseqüentemente o aumento da velocidade da reação.

Neste experimento, podemos perceber no primeiro caso que, ao adicionarmos o comprimido no copo com água quente, houve uma liberação de gás com maior rapidez. Nesse caso, pode-se notar o efeito da temperatura na velocidade da reação, pois ocorreu a formação de produto (gás) mais rapidamente no copo com água quente.

No segundo caso, podemos ver que a reação ocorreu mais rápida ao adicionar o comprimido triturado em relação ao comprimido inteiro. Isso ocorre, porque o aumento da superfície de contato facilita a dissolução das substâncias reagentes, conseqüentemente aumenta a probabilidade de choques entre as partículas das substâncias reagentes e, assim, aumenta a velocidade da reação.

Expressão Representacional

A reação representada foi a do ácido cítrico com o bicarbonato de sódio ocorrendo a liberação de gás e a formação de outras substâncias que ocorre após a dissolução em água do comprimido efervescente.



Resposta à Pergunta Inicial

O cozimento de alimentos é um exemplo de fenômeno em que ocorrem transformações químicas. No preparo de alimentos, sabe-se que um alimento cozinha mais rápido em água quente do que em água fria. Isso ocorre, pela influência da temperatura na velocidade das reações químicas, que provoca um aumento da energia cinética média das partículas que compõem os alimentos e, assim, aceleram o seu cozimento. O cozimento de carnes ocorre mais rapidamente quando estão picadas pelo fato de haver um aumento da superfície de contato o que aumenta a probabilidade de choques entre as partículas que constituem esses alimentos e as moléculas de água.

Interface CTS

A descoberta do fogo, há cerca de 300 mil anos, foi um dos eventos marcantes na história da humanidade. Antes, os alimentos eram consumidos crus e com o domínio do fogo permitiu o cozimento (ou cocção) dos alimentos que foi uma grande revolução. Com o decorrer do tempo e do desenvolvimento tecnológico cada vez mais foi se aperfeiçoando as técnicas de preparação de alimentos pelo uso de calor.

Cuidado com os Resíduos

Os resíduos desse experimento podem ser descartados na pia.

CONTEÚDO: Eletroquímica

Tema

Reações de oxirredução espontâneas.

Pergunta Inicial

Como podemos retardar a formação de ferrugem em objetos de ferro?

Materiais

Pregos comuns, esmalte, copos e água.

Procedimentos

1. Colocar um prego dentro de um copo com água.
2. Passar o esmalte no outro prego.
3. Espere secar e coloque esse prego dentro de outro copo com água.
4. Aguarde alguns dias e observe o que aconteceu.

Observação Macroscópica

A princípio, os pregos possuem coloração cinza, após alguns dias pôde-se perceber que o prego que havia recebido uma cobertura de esmalte permaneceu com a mesma coloração, enquanto, o outro prego passou a ter uma coloração avermelhada, que lembra um prego enferrujado.

Interpretação Submicroscópica

Há vários tipos de transformações químicas. Entre elas, pode-se destacar as reações que envolvem transferência de elétrons, sendo denominadas de reações de oxirredução. Nessas reações químicas um dos constituintes de uma substância oxida, processo no qual há perda de elétrons, e o de outra substância reduz, processo no qual há o recebimento de elétrons, ocorrendo assim a transferência de elétrons. Além disso, há reações de oxirredução que são

espontâneas, isto é, ocorrem naturalmente. Nessas reações de oxirredução espontâneas é possível produzir corrente elétrica (fluxo de elétrons) proveniente dessa transferência de elétrons.

Esse tipo de reação está presente em várias situações do cotidiano. Há diversos processos biológicos e a própria corrosão, que é a deterioração de metais, envolvem reações de oxirredução. A ferrugem é formada pela oxidação do ferro e aço presentes em vários objetos como: em carros, edifícios e pregos, sendo um exemplo de corrosão.

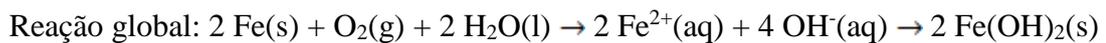
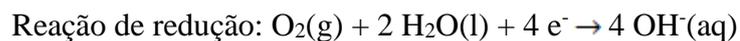
Neste experimento, podemos perceber que na situação do prego sem esmalte imerso na água que após alguns dias houve a mudança de coloração do prego de cinza para avermelhado. Esse fenômeno pode ser explicado pela formação de ferrugem que possui essa coloração castanho-avermelhado, que ocorre devido a corrosão do ferro na presença de gás oxigênio presente na água. Dessa forma, o ferro metálico é oxidado e o gás oxigênio presente na água é reduzido, constituindo uma reação de oxirredução espontânea.

Já o prego com a cobertura de esmalte, não foi possível observar a formação de ferrugem nesse período, pois o esmalte funcionou como uma camada protetora impedindo o contato do ferro com a água e o gás oxigênio presente nela, sendo assim, não foi possível ocorrer a oxidação do ferro e, conseqüentemente, seu enferrujamento.

Expressão Representacional

Pode-se representar o processo de formação de ferrugem em duas etapas. A ferrugem é caracterizada pela cor castanho-avermelhado devido à formação do óxido de ferro(III) hidratado.

1ª etapa:



2ª etapa:



Resposta à Pergunta Inicial

Neste experimento preveniu-se a corrosão do prego com o uso de esmalte. Fazer isso com o prego foi uma forma de simular processos que são realizados para retardar a formação da ferrugem e a corrosão de metais que são mais facilmente oxidados, como o uso de tintas em portões de ferro. Além do uso de tintas, há um processo industrial denominado de galvanoplastia que consiste em um processo de recobrimento de objetos metálicos protegendo-os assim da corrosão. No caso do ferro, há o ferro galvanizado em que o ferro é revestido por uma película de zinco metálico, dessa forma, ele age como o metal de sacrifício pelo fato do zinco ser oxidado mais facilmente que o ferro.

Interface CTS

Em regiões com maior umidade, como as litorâneas, a formação de ferrugem ocorre de forma mais rápida, devido a maior concentração de água no ar. Por isso, que nesses locais é ainda mais importante o uso de processos que possam retardar o enferrujamento de objetos feitos de ferro.

Há também, hoje o aço inox que difere do aço comum por ser inoxidável. Ambos são ligas metálicas em que o principal constituinte é o ferro. O aço comum, contém aproximadamente 98,5% de ferro e o restante é constituído de carbono e outras substâncias. Já o aço inox, aproximadamente 74% dele é aço comum e o restante é constituído por níquel e cromo. Dessa forma, o aço inox é uma alternativa ao uso do aço comum por ser uma liga tão resistente a oxidação, todavia, o seu custo é bem maior em relação ao aço comum.

Cuidado com os Resíduos

O prego pode ser descartado no lixo ou guardado para ser reutilizado e o restante dos resíduos na pia.

CONTEÚDO: Equilíbrio Químico

Tema

Deslocamento de equilíbrio químico.

Pergunta Inicial

Como podemos saber se vai chover ou não?

Materiais

Galinho do tempo, borrifador com água e secador de cabelo.

Procedimentos

1. Borrife um pouco de água no galinho e observe o que ocorre.
2. Após isso, utilizando o secador de cabelo, sopre ar quente sobre o galinho. Observe.

Observação Macroscópica

É possível perceber uma mudança de cor, ao borrifar água no galinho do tempo ele fica com uma coloração rosa e após ser soprado com ar quente ele volta a ter uma coloração azul.

Interpretação Submicroscópica

Como a ciência explica os fenômenos observados?

Algumas transformações químicas são reversíveis, isto é, tanto os reagentes se convertem em produto, como os produtos se convertem em reagentes. Quando a velocidade da reação direta se iguala com a velocidade da reação inversa, dizemos que essas reações reversíveis atingiram o estado de equilíbrio químico. Esse estado de equilíbrio químico é dito dinâmico, pois o sistema está em equilíbrio, mas as reações direta e inversa continuam a ocorrer com a mesma velocidade e, conseqüentemente, as concentrações das substâncias envolvidas na reação permanecem constantes.

O galinho do tempo utilizado é um material que contém cloreto de cobalto. Essa substância dependendo do seu grau de hidratação pode assumir diferentes colorações. Possui coloração rosa na forma de cloreto de cobalto hexahidratado ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) e coloração azul quando na forma de cloreto de cobalto tetra hidratado ($\text{CoCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). A predominância de uma ou outra forma vai depender da quantidade de água disponível no ambiente.

Neste experimento, primeiramente, foi borrifado água ao galinho do tempo o que provocou uma alteração na sua cor para rosa e quando aquecido com o secador provocou a evaporação da água e a mudança de cor para azul. Isso pode ser explicado pelo fato que o aumento da umidade favorece a formação de cloreto de cobalto hexahidratado que possui a coloração rosa. Por outro lado, a diminuição da umidade, seu aquecimento (aumento da temperatura) e, conseqüentemente, a evaporação da água favorece a formação de cloreto de cobalto tetra hidratado que possui coloração azulada. Há assim, um deslocamento do equilíbrio químico que ora favorece a formação da substância azul de cloreto de cobalto e ora favorece a formação da substância rosa.

Dessa forma, o equilíbrio pode ser deslocado para a direita (reação direta) ou para a esquerda (reação inversa) dependendo da quantidade de água disponível.

Expressão Representacional



Cor azul

Cor rósea

Resposta à Pergunta Inicial

Quando a chuva está próxima há um aumento da umidade do ar. O galinho do tempo é uma maneira de poder saber de forma qualitativa como estão as condições climáticas, pois quando está sob alta umidade o galinho torna-se rosa, o que pode ser um indicativo que poderá chover. No entanto, quando o clima está seco (baixa umidade) o galinho fica azul.

Interface CTS

A umidade do ar está relacionada a quantidade de vapor de água existente na atmosfera, sendo um dos fatores que caracterizam as condições climáticas de um local. A umidade pode ser expressa em massa por volume (kg/m^3) denominada de umidade absoluta, pois representa a quantidade real de vapor de água presente na atmosfera. Já a umidade

expressa em porcentagem (%) denomina-se de umidade relativa, por representar a quantidade de vapor de água existente na atmosfera em relação ao máximo que poderia existir para aquela temperatura.

A umidade do ar interfere na qualidade de vida da população. Umidades muito baixas podem gerar problemas respiratórios e desidratação, sendo assim, importante uma maior ingestão de água no decorrer do dia para repor a perda de líquido do nosso organismo. Enquanto altas umidades podem contribuir para a proliferação de fungos e também dificulta a evaporação do nosso suor e por isso, temos a sensação de estar mais quente. Além disso, em locais com umidades muito baixas há maiores oscilações de temperatura, por existir uma maior dificuldade da atmosfera manter as temperaturas e por isso, nessas regiões ocorre um aumento da amplitude térmica (variação de temperatura entre a mínima e a máxima).

Cuidado com os Resíduos

Não há resíduos nesse experimento, os materiais podem ser guardados para serem utilizados posteriormente.

CONTEÚDO: Propriedades Coligativas

Tema

Efeito crioscópico.

Pergunta Inicial

É possível suspender um cubo de gelo usando um barbante?

Materiais

Gelo, sal de cozinha e barbante.

Procedimentos

1. Primeiramente, tentar levantar o cubo de gelo amarrando o barbante ao cubo.
2. Umedecer o barbante com água e colocar o barbante umedecido sobre o cubo e salpicar sal sobre o barbante. Aguardar alguns minutos. Levantar uma das pontas do barbante.

Observação Macroscópica

Ao se tentar levantar o barbante, o cubo de gelo fica grudado ao barbante e pode ser levantado.

Interpretação Submicroscópica

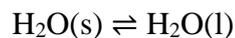
Como a ciência explica esse fenômeno?

As propriedades coligativas estão associadas a alteração das propriedades físicas de um solvente pela a adição de um soluto não volátil dependendo apenas da quantidade de soluto adicionada e não da sua natureza química. Os efeitos coligativos são: a tonoscopia, a ebulioscopia, a crioscopia e a osmose.

Neste experimento, antes da adição de sal, o sistema está em equilíbrio dinâmico, isto é, a rapidez em que o gelo derrete é igual a rapidez em que a água se congela. Com a adição de um soluto (no caso do experimento o sal de cozinha) esse equilíbrio é perturbado, pois o sal se dissolve na água o que resulta na diminuição da rapidez em que a água se congela. Dessa forma, mais gelo se derrete do que água se congela. Na tentativa de se reestabelecer o equilíbrio (rapidez de derretimento igual à rapidez de congelamento) o sistema reage

abaixando a temperatura. Causando, assim, uma redução da velocidade de congelamento e derretimento da água até que se reestabeleça o equilíbrio nessa temperatura menor. Assim, o congelamento da água cria uma camada de gelo em volta do barbante e torna possível levantar o cubo de gelo com ele. Esse fenômeno de abaixamento da temperatura de fusão/congelamento de um solvente pela adição de um soluto não-volátil é denominado efeito crioscópico.

Expressão Representacional



Resposta à Pergunta Inicial

Amarrar um barbante no gelo é difícil, dessa forma, com a adição de sal é possível provocar um efeito sob a temperatura de fusão/congelamento da água que torna possível levantar o gelo com o barbante sem amarrá-lo. Esse fenômeno é explicado pela propriedade coligativa da crioscopia.

Interface CTS

É muito comum em festas e churrascos, quando se quer esfriar as bebidas rapidamente, adicionar sal à mistura água-gelo onde os frascos de bebidas estão colocados. O efeito crioscópico abaixa a temperatura do sistema, esfriando mais rapidamente as garrafas ou latas de bebidas.

Cuidado com os Resíduos

Os resíduos podem ser descartados na pia e no lixo comum.

CONTEÚDO: Soluções

Tema

Aspectos relacionados a dissolução de substâncias iônicas e moleculares em água.

Pergunta Inicial

Como preparar um soro caseiro?

Materiais

Água mineral, açúcar, sal de cozinha, colher de sopa e colher de chá.

Procedimentos

1. Colocar um 1L de água filtrada ou fervida em uma jarra.
2. Adicione uma colher de sopa nem muito cheia e nem rala (20g) de açúcar.
3. Adicione uma colher de chá (3,5g) de sal de cozinha e misture.

Observação Macroscópica

O açúcar e o sal são sólidos brancos que ao serem misturados na água são dissolvidos e desaparecem.

Interpretação Submicroscópica

O sal de cozinha e o açúcar são sólidos e ao entrarem em contato com a água ocorre a solubilização deles formando uma solução, em que a água é o solvente e o açúcar e o sal são os solutos.

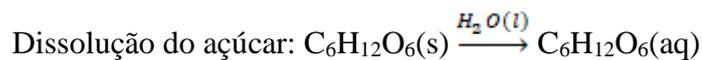
Toda solubilização resulta da interação que ocorre entre o soluto e o solvente e, por isso, para uma substância se solubilizar em outra substância, elas devem possuir características semelhantes que proporcione essa interação entre soluto e solvente.

O açúcar é constituído pela substância sacarose. A substância sacarose, por sua vez, é formada por moléculas de sacarose, cuja fórmula é $C_{12}H_{22}O_{11}$. Além disso, é uma molécula polar devido a presença de grupos hidroxila na sua estrutura química. A água é também uma

substância molecular e polar. Dessa forma, o açúcar é capaz de interagir com moléculas de água por meio de interações intermoleculares do tipo ligações de hidrogênio e, por isso, o açúcar se dissolve em água. Quando as moléculas de sacarose se chocam com as moléculas de água ocorre a formação de uma nova interação entre o soluto-solvente (açúcar-água) do tipo ligação de hidrogênio.

O sal de cozinha, é constituído principalmente pela substância cloreto de sódio. A substância cloreto de sódio tem como constituintes íons de sódio e cloreto (NaCl). A ligação entre esses íons é denominada de ligação iônica. A água por sua vez é formada por moléculas de água. As moléculas de água são moléculas polares, apresentando um dipolo permanente. Por esse motivo, quando as moléculas de água entram em contato o cloreto de sódio sólido ocorre a formação de uma nova interação entre soluto-solvente (sal-água) do tipo íon-dipolo.

Expressão Representacional



Resposta à Pergunta Inicial

O soro caseiro é preparado pela dissolução das substâncias cloreto de sódio e sacarose. Assim, o soro caseiro é uma solução em que a água é o solvente e os soluto são a sacarose e o cloreto de sódio.

Interface CTS

O soro é uma solução usada para reidratar o corpo para casos que há perdas de líquido corporal, como em situações de disenteria e vômitos. Nessas situações há uma grande perda de água e eletrólitos do organismo, sendo necessário sua reposição.

No entanto, nem todos tem acesso ao hospital ou podem comprar os soros que são comercializados nas farmácias como “sais para reidratação oral”. Para amenizar os efeitos de problemas como os citados é possível pelo o uso de soros caseiros. Mas o porquê da necessidade de as quantidades de açúcar e sal serem exatas? Pois a absorção da água ocorre melhor quando esta água possui concentrações específicas de eletrólitos, como o Na^+ e Cl^- , e de sacarose, dessa forma, a absorção de água pelo intestino ocorre mais facilmente com essa

combinação feita pelo soro caseiro. Além disso, também ajuda na reposição de sais minerais. Por isso, o soro caseiro é importante e deve ser preparado sob medida. O uso de soro caseiro contribui para a diminuição da mortalidade infantil por desidratação em todo o mundo.

Cuidado com os Resíduos

Os resíduos podem ser descartados na pia.

CONTEÚDO: Termoquímica

Tema

Processo endotérmico e exotérmico.

Pergunta Inicial

É possível esfriar ou esquentar um líquido sem colocá-lo na geladeira ou na chama do fogão?

Materiais

Tubos de ensaios ou copos de vidro transparentes, hidróxido de sódio (soda cáustica), ureia sólida, bastão de vidro e água.

Procedimentos

1. Em um tubo de ensaio ou copo acrescentar um pouco de ureia sólida. Em seguida, adicionar água e mexer com o auxílio do bastão de vidro.
2. Em outro tubo de ensaio ou copo acrescentar um pouco de hidróxido de sódio. Em seguida, adicionar água e mexer com o auxílio do bastão de vidro.

Observação Macroscópica

Inicialmente a ureia e o hidróxido de sódio são sólidos brancos na forma de cristais e estão à temperatura ambiente. A medida que foi sendo adicionada água à temperatura ambiente e misturando, esses cristais foram se dissolvendo até desaparecerem. No caso da ureia sentiu-se o recipiente de vidro esfriar, enquanto no caso do hidróxido de sódio sentiu-se o recipiente de vidro esquentar.

Interpretação Submicroscópica

Como a ciência explica os fenômenos observados?

A ureia e o hidróxido de sódio são sólidos e em contato com água são solubilizados formando soluções.

A substância ureia é formada por moléculas de ureia, cuja fórmula é $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$. Sua solubilização resulta da interação entre as moléculas de água e moléculas de ureia. Essa nova

interação que ocorre entre soluto-solvente (ureia-água) ocorre à custa de energia térmica, isto é, a dissolução da ureia em água ocorre pela absorção de energia térmica do ambiente, sendo denominado um processo endotérmico e, por isso, há o resfriamento no recipiente. Essa interação formada pela colisão de moléculas de água com as moléculas de ureia sólidas é predominantemente do tipo ligação de hidrogênio devido a estrutura dessas moléculas. Esse processo é de natureza endotérmica, pois a energia do estado final (ureia dissolvida) é maior que a energia do estado inicial (ureia sólida e água).

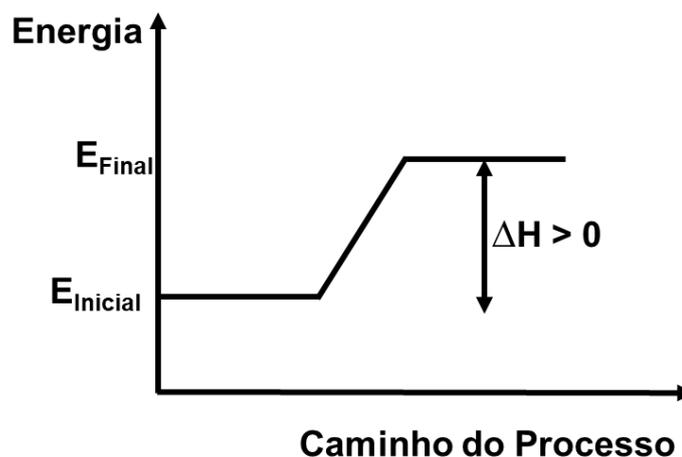
Já a substância hidróxido de sódio (NaOH), tem como constituintes os íons sódio e hidroxila. Sua solubilização em água resulta da interação íon-dipolo (hidróxido de sódio-água). Essa nova interação formada entre soluto-solvente (hidróxido de sódio-água) ocorre com a liberação de energia térmica o que, conseqüentemente, provoca um aumento da temperatura e, por isso, o recipiente esquentou. Esse processo é de natureza exotérmica, pois a energia do estado final (hidróxido de sódio dissolvido) é menor que a energia do estado inicial (hidróxido de sódio sólido e água).

Expressão Representacional

Dissolução da ureia:



Gráfico: Processo Endotérmico



Dissolução do sal do hidróxido de sódio:

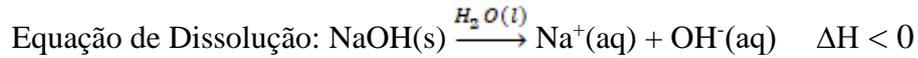
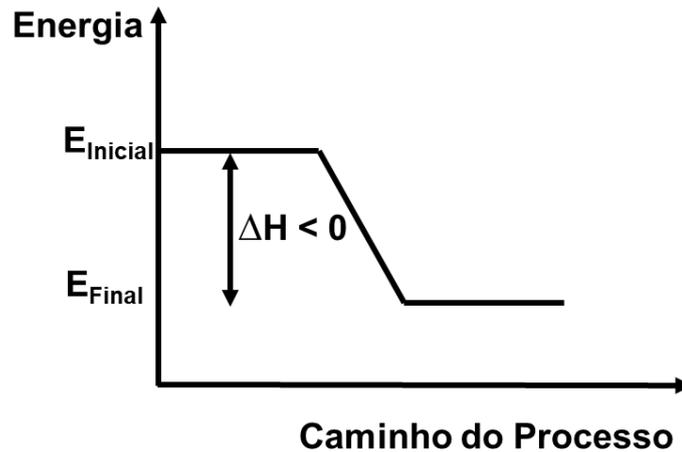


Gráfico: Processo Exotérmico



Resposta à Pergunta Inicial

É possível diminuir ou elevar a temperatura de um líquido sem colocá-lo em uma geladeira ou diretamente em uma fonte de calor. Neste experimento, por exemplo, a dissolução da ureia em água provocou o resfriamento do sistema e a dissolução do hidróxido de sódio provocou o aquecimento do sistema.

Interface CTS

A ureia é uma substância orgânica também presente nos seres humanos, mas em elevadas concentrações é considerada tóxica. Ela é muito utilizada na agricultura como fertilizantes. O hidróxido de sódio é a principal substância da soda cáustica, maneira como é comercializado. É um dos principais reagentes para a produção de sabão caseiro e o seu manuseio requer vários cuidados por ser uma substância muito corrosiva.

Cuidado com os Resíduos

Essas soluções podem ser guardadas de forma que a água evapore naturalmente e que se possa assim reutilizar o hidróxido de sódio e a ureia.

