



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

Kênia de Paula Costa

**O USO DO AÇAFRÃO DA TERRA COMO INDICADOR
ÁCIDO-BASE NO ENSINO DE QUÍMICA**

**TRABABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO**

Brasília – DF

1.º/2011



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

Kênia de Paula Costa

**O USO DO AÇAFRÃO DA TERRA COMO INDICADOR
ÁCIDO-BASE NO ENSINO DE QUÍMICA**

**Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino
de Química apresentado ao Instituto de
Química da Universidade de Brasília, como
requisito parcial para a obtenção do título de
Licenciada em Química.**

Orientador: Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva

1.º/2011

DEDICATÓRIA

Dedico essa monografia aos meus pais, Assis e Eliane, que sempre confiaram no meu potencial e sempre me deram força para seguir em frente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me ajudado a chegar aonde cheguei, e ter realizado mais um sonho, pois sem ele nada disso seria possível.

Agradeço também a minha família, meu pai e minha mãe, que são os pilares da minha vida, sempre estiveram ao meu lado me dando força, apoio, amor, carinho e colo quando eu mais precisei. À minha madrinha Iraci, minha segunda mãe, que sempre me deu amor e carinho nos momentos mais angustiantes. Aos meus irmãos Marcus e Kelly, e ao meu cunhado Marcelo pela ajuda incondicional, amizade, e momentos de descontração. Um agradecimento especial, à minha tia Jane e à minha vó América, por ter me fornecido as fotos do pé e de algumas raízes do açafraão da terra.

Um agradecimento especial ao meu orientador Roberto Ribeiro da Silva, pelos conselhos e toda ajuda que me deu na confecção deste trabalho, que com certeza, sem ele não seria o mesmo.

Agradeço aos professores Brenno Amaro, Rafael Rocha e Marcelo Rodrigues pelas contribuições e discussões das reações orgânicas.

E um agradecimento super especial aos meus amigos: Gisele, Paula, Évelyn, Mayra, Tamires, Juliete, Allan, Carol, Thyago, Pedro e Sami, pelas risadas e momentos de descontração, fora o grande apoio nas disciplinas.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO -----	6
CAPÍTULO 1	
A IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA -----	8
EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIA -----	10
CAPÍTULO 2 -----	16
CAPÍTULO 3	
CARACTERÍSTICAS DE UMA ABORDAGEM CTS -----	22
A IMPORTÂNCIA DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA NO ENSINO -----	24
METODOLOGIA -----	27
RESULTADOS E DISCUSSÕES -----	28
PARTE EXPERIMENTAL -----	30
CONSIDERAÇÕES FINAIS -----	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	39

RESUMO

Especiarias é o nome dado a substâncias que antigamente tinham alto valor comercial, eram usadas na conservação de alimentos para dar gosto característico a pratos refinados, e por muito tempo, foram usadas como moeda de troca em diversas transações comerciais entre outras coisas. Além dessas utilidades, algumas especiarias também eram usadas como corantes. Os corantes naturais, por sua vez, vêm sendo empregados como indicadores ácido-base, com o objetivo de substituir indicadores normalmente utilizados, como fenolftaleína, azul de bromotimol, vermelho de metila, entre outros, que são de difícil acesso às escolas e com custos relativamente altos. Assim, este trabalho de conclusão de curso apresenta uma proposta de utilização do açafrão da terra como um possível substituto da fenolftaleína, visando sua acessibilidade, baixo custo e baixa toxicidade, uma vez que esse é muito utilizado em comidas típicas.

Palavras-chave: *História da Ciência, experimentação, especiarias, indicadores ácido-base naturais.*

INTRODUÇÃO

Em meados do século XX, o ensino de Ciência estava focado principalmente na descrição de processos. Com os avanços tecnológicos, decorrentes do lançamento do Sputnik pela antiga União Soviética em 1959, os países ocidentais preocupados com o desnível tecnológico propuseram mudanças no ensino de Ciências. Os norte-americanos implementaram projetos que valorizavam o método indutivo, no qual a metodologia científica era muito importante, além disso, esse projetos davam ênfase nas teorias sobre mecânica clássica. No Brasil, também ocorreram várias tentativas de implementar esses projetos, porém, as tentativas foram fracassadas uma vez que para que os projetos tivessem êxito, eram necessárias condições materiais excelentes e profissionais qualificados para desenvolvê-los (BELTRAN; CISCATO, 1990).

Com isso, o único recurso de que restou para o ensino de Ciência foram os livros didáticos comerciais, e a partir daí, os problemas relativos ao ensino de Ciência que já existiam tornaram-se ainda mais complexos. O maior problema de ter apenas os livros didáticos comerciais como recurso para o ensino de Ciências é que a maioria tem apresentado o conhecimento científico como dogmático, ou seja, o conhecimento científico é visto, pelos alunos, como algo absoluto, exato, correto e isento de erros, fazendo assim com que se tenha a ideia da Ciência como algo acessível apenas para os grandes gênios. Esse dogmatismo que está impregnado na maioria dos livros didáticos é causado pela ausência do trajeto da construção do conhecimento científico e de sua transitoriedade.

Além do dogmatismo do conhecimento científico, Beltran e Ciscato (1990) citam alguns outros problemas relacionados ao ensino de Ciência:

- Grande ênfase na memorização de fatos, símbolos, nomes, reações, equações, teorias e modelos.
- Desvinculação do conteúdo com situações do cotidiano dos alunos, fazendo com que os alunos não compreendam a importância da Ciência em suas vidas.
- Ausência de práticas experimentais investigativas, que estimulem o aluno a aprender.
- Grande quantidade de conteúdo no programa do ensino médio, fazendo com que a quantidade seja mais valorizada que a qualidade.
- Além de muito extenso e denso, a sequência programática dos conteúdos são normalmente inadequadas, dificultando o entendimento do aluno.
- Vínculo entre o ensino médio e o vestibular, isso faz com que os professores sejam pressionados pelo tempo, passando para os alunos o conteúdo de forma superficial e inútil, fazendo o uso de associações e analogias que normalmente resultam em má formação de conceitos, entre outros problemas.

Com todos esses problemas o ensino de Ciência, da forma como está sendo ministrado não tem obtido êxito, fazendo com que cada vez mais os alunos criem resistência às matérias de Ciências – Física, Matemática, Biologia e Química – e esse ensino ao invés de ajudar os alunos a compreenderem melhor o mundo onde vivem, está sendo vista como algo alheio à realidade, ao cotidiano (PEREIRA, 2008). Assim, as escolas não conseguem atingir um dos seus maiores objetivos, que é a formação de cidadãos críticos e ativos.

Levando em consideração a grande quantidade de problemas existentes no ensino de Ciências, uma alternativa viável para amenizar alguns desses problemas seria a introdução de estratégias de ensino acoplando o uso da História da Ciência e a experimentação. A importância da História da Ciência e da experimentação será tratada nos próximos capítulos.

CAPÍTULO 1

A IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

A História da Ciência tem sido sugerida como uma alternativa para solucionar os problemas encontrados no processo de ensino-aprendizagem relacionados ao ensino de ciência. Esta estratégia poderia ser usada para desmistificar e romper a imagem deformada da ciência que os alunos têm. Além disso, serviria como instrumento de motivação para os alunos, levando-os a compreender como é construído o conhecimento científico, e perceber a importante inter-relação entre ciência, tecnologia e sociedade (PEREIRA; SILVA, 2009).

Para Matthews (1992), incorporar história e filosofia no ensino de ciência ajudaria a deixar a ciência mais próxima da realidade cultural, e dos interesses éticos e políticos dos alunos, as aulas poderiam se tornar mais interessantes e com mais significado, e assim ajudaria a superar a falta de significação de fórmulas e equações. Além disso, essa inserção da história e da filosofia auxiliaria na formação de alunos com o senso crítico mais aguçado, ou seja, cidadãos mais ativos na sociedade, e os conteúdos adquiririam um caráter interdisciplinar, que atualmente é muito almejado pelas escolas (MATTHEWS, 1995).

Não é necessária a criação de uma nova disciplina nos currículos escolares, tampouco a inclusão de um tópico específico no programa de ensino, mas, segundo Matthews (1995), uma reaproximação da história, filosofia e ensino de ciência. E essa reaproximação deve ser tratada pelo professor de forma natural, sempre ao tratar de determinado conteúdo ter a preocupação de trazer à tona os aspectos históricos e as contribuições filosóficas importantes para o desenvolvimento da ciência, explicitando erros, problemas, equívocos, sucessos e

criatividade no percurso da construção do conhecimento científico. Mach mostra o risco em deixar a história e a filosofia da ciência de lado,

A investigação histórica do desenvolvimento da ciência é extremamente necessária a fim de que os princípios que guarda como tesouros não se tornem um sistema de preceitos apenas parcialmente compreendidos ou, o que é pior, um sistema de pré-conceitos. A investigação histórica que não somente promove a compreensão daquilo que existe agora, mas também nos apresenta novas possibilidades (MACH¹ *apud* MATTHEWS, 1995, p. 169).

Segundo Pereira e Silva (2009), a inserção da história e filosofia da ciência no ensino traz diversas vantagens como, por exemplo:

- Motiva os alunos, uma vez que fatos históricos da ciência e da cultura são de conhecimento de diversos alunos,
- Diminui a dificuldade que os alunos têm em compreender a forma como a ciência explica muito dos fenômenos existentes no mundo. Retira a impressão errada de que os experimentos servem para comprovar as leis e teorias,
- Promove uma melhor compreensão de métodos científicos e alguns conceitos que os alunos têm dificuldade,
- Combate o cientificismo e o dogmatismo presentes nos materiais didáticos,
- Humaniza a ciência, uma vez que esta é produzida por humanos, por isso traz consigo as maravilhas e as precariedades inerentes aos homens e mulheres, e
- Contribui para interdisciplinaridade dos conteúdos.

Portanto, a inserção da história no ensino de ciência pode contribuir com o trabalho do professor e ainda pode ajudar a sanar vários problemas, no processo de ensino-aprendizado, causados pela dificuldade que os alunos têm em compreender alguns conceitos. Além de poder aguçar nos estudantes a vontade de fazer ciência, uma vez que estudando a história saberão que também são capazes.

¹ MACH, E.: 1883/1960, *The Science of Mechanics*, Open Court Publishing Company, LaSalle II.

Visando essa importância é que trataremos a história das especiarias para compreendermos algumas propriedades e a importância de estudar o açafrão da terra.

Outra estratégia, que acoplada à história da ciência, pode amenizar alguns dos problemas existentes hoje no ensino é a experimentação.

A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIA

No Brasil, a experimentação foi trazida pelos portugueses no século XIX, a inserção da experimentação se deu com uma abordagem utilitarista, na qual o conhecimento teórico estava associado à atividade experimental. No início do século XX, órgãos oficiais aconselharam que todas as instituições de ensino tivessem um laboratório devidamente equipado para as aulas experimentais de Ciência (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Por reflexo do Movimento da Escola Nova, na década de 1930, o ensino de Ciência tentou implementar a valorização do fazer por parte do aluno, aproximando-se da proposta do professor John Dewey. Segundo esta proposta, o ensino deveria estar próximo à realidade do aluno, facilitando assim, as conexões entre as experiências do cotidiano e o pensamento reflexivo. Nesta proposta, as escolas deveriam substituir os métodos tradicionais de ensino, para estimular a passividade dos alunos, por metodologias mais ativas incluindo atividades experimentais (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Depois dessa e de outras tentativas anteriores à década de 1930, foi a partir de 1946 que no Brasil surgiu a tentativa de mudança do ensino de Ciência com a criação de três órgãos que se complementavam, foram eles, o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (Ibcec), que era responsável por produzir novos materiais para o ensino de Ciência e adaptar

os materiais americanos; a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciência (Funbec), à qual tinha como responsabilidade a comercialização dos materiais didáticos produzidos pelo Ibeec e também a realização de cursos de capacitação para professores; e o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino de Ciência (Premen), ao qual tinha como objetivos a preparação de novos docentes, a aperfeiçoamento dos professores das escolas, além de também ser responsável pela elaboração de novos materiais didáticos (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Entre 1960 e 1970 vários centros de Ciência foram criados em alguns estados brasileiros. O Ministério da Educação usava esses Centros para promoção de cursos, desenvolvimentos de novos projetos para os currículos, preparação de materiais para laboratórios, e várias outras atividades (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Os programas educacionais existentes atualmente não enfocam as atividades experimentais, mas, de uma forma geral, buscam a melhoria do sistema de ensino, por exemplo: o PNLEM (Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio) que visa a melhoria e análise dos livros didáticos e o Pibid (Programa de Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) tem por objetivo a formação inicial de docentes (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Segundo Silva, Machado e Tunes (2010): “A experimentação no ensino pode ser entendida como uma atividade que permite a articulação entre fenômenos e teorias. Desta forma, o aprender Ciência deve ser sempre uma relação constante entre o fazer e o pensar.” (p.235).

Essa relação entre o fazer e o pensar, é justamente a relação que o aluno faz quando ele realiza uma atividade experimental e logo depois o professor solicita que ele explique-a utilizando-se de teorias, essa relação também pode ser denominada relação teoria-

experimento. É importante salientar que ao usarmos teorias para explicar os fenômenos de determinada atividade experimental, não o fazemos para mostrar a veracidade das teorias e sim para verificar a sua capacidade de generalização e de previsão (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

O caráter investigativo da experimentação depende da capacidade de generalização e de previsão de uma teoria. A partir de um roteiro experimental que contenha materiais e procedimentos é possível que o professor torne-o investigativo, caso ele consiga inserir atividades que contemplem previsões e generalizações. Porém, a maioria dos professores vê a atividade experimental como um instrumento para que o aluno possa concretizar as questões teóricas passadas em sala de aula, ou seja, a maioria vê a experimentação como um instrumento comprobatório que visa facilitar da aprendizagem de determinado conteúdo pelo aluno (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Mas é um enorme equívoco achar que as atividades experimentais meramente reprodutivas e de caráter comprobatório podem facilitar de alguma forma aprendizagem do aluno, pois as atividades científicas promovem um afastamento do mundo concreto. No entanto, transformar atividades experimentais com caráter comprobatório em atividades investigativas não é uma tarefa fácil. E inserir a experimentação no ensino de Ciência implica em nos depararmos com diversos obstáculos, entre eles podemos citar:

- A ausência de laboratórios nas escolas;
- A precariedade dos laboratórios, aos quais normalmente faltam reagentes e materiais necessários à prática experimental;
- O tamanho dos laboratórios, a maioria não comporta a quantidade de alunos de uma turma;

- Problemas estruturais de salas disponibilizadas para as atividades experimentais;

A maioria dos laboratórios das escolas foi planejado baseando-se em modelos de laboratórios universitários, tornando-se inadequados para a realização de práticas experimentais do Ensino Médio; e

O tempo escasso dificulta a inclusão de atividades laboratoriais.

Segundo Silva e Zanon² (2000) apud Silva, Machado e Tunes (2010), ainda que com todos esses obstáculos, existem crenças de que a experimentação pode contribuir para uma aprendizagem mais profunda, algumas delas são:

“A atividade experimental é intrinsecamente motivadora.”; (p.242)

“A promoção incondicional da aprendizagem por meio da experimentação.”; (p.242)

“A realização de experimentos que se limitam à apresentação de fenômenos impactantes, tais como explosões, liberação de gases coloridos ou cheiros característicos, resulta em maior interesse em aprender.”; (p.242)

“Os alunos declaram gostar de ir para o laboratório ou de realizar qualquer atividade experimental”; (p.243)

“A existência de metodologia criativa e/ou dinâmica nas aulas experimentais, diferente das teorias, estimula mais o aprendizado.”; (p.243)

“A realização de experiências no ensino básico permite o desenvolvimento de atitudes científicas.”; (p.243)

“A experimentação mostra empiricamente como as teorias funcionam.”; (p.243)

Segundo Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010), a experimentação é uma ferramenta que pode auxiliar alunos e professores na construção dos conceitos, mas para que a

² SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de Ciência. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. (Org.). *Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens*. Piracicaba: Capes/Unimep, 2000, cap. 6.

experimentação se torne essa ferramenta é necessário que experimentos tenham um caráter investigativo, e não sejam meras “receitas de bolo”, como a maioria dos atuais. Os experimentos têm que ser contextualizados, com situações-problemas que remetam os alunos às situações reais do seu cotidiano, e que propiciem apropriação do conhecimento. Com isso, os alunos irão desenvolver a habilidade de planejar, criar hipóteses, testá-las e propor soluções viáveis aos problemas propostos.

Sobre a motivação dos alunos, Lewin e Lomascólo³ (1998) apud Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010) dizem o seguinte:

A situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, recolher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar trabalhos de laboratório como ‘projetos de investigação’, favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes tais como a curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas informações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais (p. 102)

É importante salientar, segundo Borges⁴ (2002) apud Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010), que o progresso no desempenho dos alunos e as habilidades desenvolvidas através das atividades investigativas não dão resultados imediatos, os resultados obtidos são gradativos. Portanto, inicialmente sugere-se que os experimentos investigativos sejam mais simples, nos quais são fornecidos para os alunos o problema e a solução e pede-se a conclusão, e depois ir aumentando gradativamente os níveis de complexidade, até chegar ao mais complexo, em que os alunos são responsáveis por todo o desenvolvimento da investigação, desde a identificação do problema à conclusão.

Assim, nesta perspectiva o uso da experimentação pode ser explorado desenvolvendo atividades usando as especiarias. Tal abordagem permite acoplar aspectos da História da Ciência à experimentação.

³ LEWIN, A. M. F. e LOMASCÓLO, T. M. M. La metodología científica em La construcción de conocimientos. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 20, n. 2, p. 147-510, 1998.

⁴ BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 9, n. 3, p. 291-313, 2002.

Mas afinal, o que são as especiarias? É o que será tratado a seguir.

CAPÍTULO 2

O termo especiaria era empregado, na Europa, para os produtos asiáticos que com o tempo foram aplicados na cozinha para temperar as comidas, dando gostos singulares a cada prato. Por serem comercializadas secas, resistiam por muito tempo sem que alterassem o gosto ou as propriedades (NEPOMUCENO, 2005).

A princípio as especiarias eram desejadas pelas suas propriedades medicinais. Desde 460 a.C. já eram conhecidas e receitadas por médicos célebres, a começar por Hipócrates, o “pai da medicina” (NEPOMUCENO, 2005).

As especiarias eram almeçadas pelos europeus, pois significavam riqueza e como a maioria das especiarias eram nativas da Ásia tropical de florestas quentes e úmidas, não era possível seu cultivo na Europa. Eram usadas como moeda de troca, com elas pagavam-se dívidas, dotes, comprava-se terras entre outros bens, além de serem muito utilizadas como conservantes de carnes. As especiarias mais desejadas e de maior valor era a pimenta, a canela, o cravo, a noz-moscada e o gengibre (NEPOMUCENO, 2005).

Os árabes, por muito tempo, tiveram o controle absoluto sobre o comércio das especiarias e isso só foi possível graças à sua ótima localização geográfica. Nepomuceno (2005) descreve muito bem a atividades dos árabes:

Buscavam ouro no Sudão, cultivavam, na Arábia, o café da Etiópia e difundiam por onde andavam também seus costumes alimentares: a bebida feita dos grãos de café, o hábito de regar as comidas com azeite de oliveira, a paixão pelos pratos vermelhos de açafrão, o consumo extravagante do alho e da cebola (p. 20).

A partir do século XII, Veneza por meio de parcerias com os árabes começou a entrar no mercado super lucrativos das especiarias. Como Veneza tinha posse de bons barcos e boa

estratégia, com o passar do tempo já tinha seu próprio armazém no Mediterrâneo e revendia especiarias para toda Europa a preços exorbitantes (NEPOMUCENO, 2005).

A cidade Constantinopla servia como ligação para o comércio das especiarias e todas elas passavam por seu porto, para, a partir dali, serem distribuídos para os países da Europa. Depois que o império turco-otomano tomou Constantinopla, o comércio das especiarias e de outras mercadorias utilizadas na alimentação dos europeus foi interrompido, forçando assim os países da Europa, como Portugal e Espanha, a lançaram-se ao mar em busca das especiarias, que eram necessárias à alimentação européia (NEPOMUCENO, 2005).

A primeira expedição foi feita sob o comando de Vasco da Gama. Com essa viagem, os portugueses tinham como objetivo traçar a rota à Índia, chegar ao porto de Calicute e retornar a Portugal com seus navios abarrotados de especiarias. As caravelas comandadas por Vasco da Gama chegaram à Portugal cheios de especiarias, e com um lucro de aproximadamente 4.000% para os financiadores da expedição. Em 1492, Cristóvão Colombo desembarcou em um novo continente o tal paraíso imaginário ou as “terras perdidas”, a qual os fenícios se referiam em suas histórias. Depois do retorno das caravelas de Colombo, Pedro Álvares Cabral já estava se preparando para comandar as 13 caravelas que tinham como finalidade a descoberta de novas rotas para Índia. Pedro Álvares Cabral, que tinha conhecimento das histórias e lendas que fenícios contavam sobre a existência de dragões e monstros no mar tenebroso, era a pessoa mais indicada para comandar essas expedições. Muitas dessas lendas foram contadas pelos fenícios provavelmente para proteger as “terras perdidas”, como era chamada a terra desconhecida. Além disso, Cabral nessa expedição queria assinar o Tratado de Tordesilhas do novo continente, aumentando assim o poder de posse dos lusos (NEPOMUCENO, 2005).

Os portugueses ao chegarem ao Brasil, o paraíso imaginário dos fenícios, se depararam com um país cheio de vida e repleto de florestas naturais. Porém, as especiarias mais conhecidas, aquelas de alto valor comercial na época, eles não encontraram. À primeira vista as únicas coisas valiosas nesse novo continente eram as pimentas, os paus-brasil e as aves coloridas (NEPOMUCENO, 2005).

Depois de passar pelo *Hy Brazil*, como os lusos chamaram inicialmente o Brasil, uma caravela seguiu para Portugal para enviar as notícias sobre a nova descoberta e o restante das caravelas de Cabral seguiu para a Índia e ao passar pelo Cabo das Tormentas Cabral teve uma enorme perda, pois cinco navios e metade da tripulação naufragaram. Chegando à Índia, Cabral encontrou certa resistência por parte do samorim (rei de Calicute) para instalação de um porto. Depois de serem atacados pelos nativos, os lusos foram pedir ajuda ao rei de Cochim, que era rival do rei de Calicute, onde os nativos haviam atacado os portugueses. Com a ajuda do rei de Cochim, os lusos conseguiram abrir um porto na praia e carregaram seus navios de pimenta, cravo, canela e gengibre, e voltaram à Portugal. Por muito tempo, o novo mundo descoberto por Cabral foi deixado de lado, uma vez que para a Coroa portuguesa o que dava lucros altos eram as especiarias, já conhecidas, da costa do Malabar (NEPOMUCENO, 2005).

Os portugueses viviam o apogeu no comércio do Oriente, deixando completamente de lado suas posses na América. Porém, o cenário no comércio do Oriente a partir do século XVII começou a mudar, os problemas na rota começaram a aumentar e os holandeses se apossaram de algumas regiões importantes na Ásia. Os desgastes com as várias guerras travadas para estabelecer-se no comércio do Oriente, os preços dos produtos que estavam em constante oscilação e as várias perdas nesse processo de expansão fizeram com que o império luso começasse a declinar (NEPOMUCENO, 2005).

Com isso, os portugueses voltaram seus olhares para o continente esquecido. D. João IV reparou que a cana de açúcar era responsável pela grande movimentação dos navios que partiam de Lisboa rumo à colônia esquecida em busca do nosso ouro branco – o açúcar. E a partir disso começou a pensar que outras plantas poderiam ser trazidas da Ásia e da Índia para serem cultivadas aqui no Brasil, uma vez que o solo da colônia era bastante fértil (NEPOMUCENO, 2005).

Dessa forma, várias espécies de plantas foram trazidas para o Brasil, como por exemplo: alecrim, açafrão verdadeiro, açafrão da terra (cúrcuma), alho, tomilho, anis-estrelado, aipo, cominho, pimentas, dendê, canela de Ceilão, entre várias outras (NEPOMUCENO, 2005). Dentre essas, podemos destacar a cúrcuma, mais conhecido como açafrão da terra ou açafrão falso. A cúrcuma é originária do sudeste da Ásia e da Índia, se desenvolve bem em climas tropicais. Sobre a cúrcuma Nepomuceno (2005) diz o seguinte:

Também é chamada gengibre dourado, talvez sua melhor sinonímia. Foi usada como corante, levada para a Europa pelos árabes, que a batizaram e são seus maiores apreciadores, depois dos indianos. Tornou-se uma opção mais barata para o açafrão verdadeiro, também no Brasil, onde se adaptou muito bem. Usada seca e em pó, perfumou as lendas indianas: ‘Sou a cúrcuma que saiu do oceano de leite, quando os devas e os asuras agitavam o líquido para extrair os tesouros do universo; sou a cúrcuma que veio depois do néctar e antes do veneno e, portanto, está entre os dois.’ A especiaria desfaz os nós, libera as emoções represadas (p.101)

O açafrão da terra é uma raiz, e sua planta possui grandes folhas verdes e largas, as figuras abaixo mostram a planta cúrcuma e suas raízes.



Figura 1. As plantas do açafrão da terra. Fonte: arquivos pessoais da autora.



Figura 2. Raízes do açafrão da terra. Fonte: arquivos pessoais da autora.

O extrato da cúrcuma tem como principal componente a curcumina, que possui algumas propriedades terapêuticas e segundo Nepomuceno (2005), “tem grandes propriedades: antiinflamatória, antioxidante, protetora do fígado, anti-reumática, redutora do colesterol;”. (p.101) A curcumina possui a seguinte estrutura química:

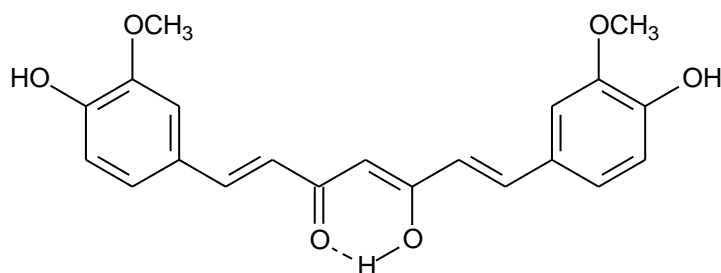


Figura 3. Estrutura química da curcumina. Fonte: arquivos pessoais da autora.

Considerando a importância do açafrão da terra (cúrcuma) na cultura e na culinária, uma das formas de se incorporar aspectos sociais no ensino é o uso de abordagens Ciência – Tecnologia – Sociedade (CTS).

CAPÍTULO 3

CARACTERÍSTICAS DE UMA ABORDAGEM CTS

O ensino de Ciência com enfoque CTS está preocupado em trazer para os alunos conhecimentos que eles irão usar para participarem ativamente da sociedade moderna, a qual eles estão inseridos (SANTOS e SCHNETZLER, 2010).

Solomon⁵ (1988) *apud* Santos e Schnetzler (2010) aborda separadamente os três componentes que constituem um enfoque CTS. Em relação à *ciência*, ele afirma que deve ser ensinado aos alunos o caráter provisório e incerto presente nas teorias científicas, banindo a visão de que a ciência é uma verdade absoluta e acabada. Quanto à *tecnologia* no ensino CTS, ela deve ser apresentada ao aluno como uma aplicação de diferentes conhecimentos para melhor atender às necessidades da sociedade moderna. A prática tecnológica é composta por três aspectos, sendo eles: aspecto cultural, organizacional e técnico. Cabe aos cursos de CTS abordarem como os alunos os aspectos culturais e organizacionais para que os estudantes deixem de ver a tecnologia como uma mera ferramenta ou produto, passando a vê-la como um sistema complexo, que depende dos sistemas sociopolíticos, dos valores e das ideologias da comunidade/sociedade que estão inseridas. Por fim, a respeito de *sociedade*, Solomon (1988) *apud* Santos e Schnetzler (2010) considera que o enfoque CTS deve fazer com que os alunos compreendam a sua importância e influência como cidadãos, fazendo assim que eles sintam-se mais estimulados a participarem democraticamente na sociedade por meio da expressão de suas idéias e opiniões.

⁵ SOLOMON, Joan; Science technology and society course: tools for thinking about social issues. *International Journal of Science Education*, v. 10, n. 4, p.379-387, 1988a.

De forma geral, o texto abaixo explicita claramente o que significa CTS:

CTS, significa o ensino do conteúdo de ciência no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social. Os estudantes tendem a integrar a sua compreensão pessoal do mundo natural (conteúdo da *ciência*) com o mundo construído pelo homem (*tecnologia*) e seu mundo social do dia-a-dia (*sociedade*) (HOFSTEIN e colegas⁶, 1988 *apud* SANTOS e SCHNETZLER, 2010, p.61).

Analisando essas características podemos evidenciar que o ensino com enfoque CTS se desenvolve a partir de temas sociais, ou seja, os conteúdos são desenvolvidos dentro desses temas, completamente diferente do ensino tradicional que estão centrados na mera transmissão de conhecimentos de forma descontextualizada.

Os cursos de CTS têm como maior objetivo a formação de cidadãos com capacidade de tomar decisões, além disso, Zoller e Watson⁷ (1974) *apud* Santos e Schnetzler (2010) apontam outros objetivos dos cursos CTS, são eles:

1. Preparar o indivíduo para agir de modo inteligente em uma sociedade do futuro.
2. Formar um cidadão capaz e disposto a ser uma agente de mudança social. (...)
3. Ajudar o aluno a desenvolver a adaptabilidade e a flexibilidade.
4. Preparar os estudantes para filiação e participação de sistemas políticos e socioeconômicos.
5. Desenvolver a capacidade do aluno para efetuar uma avaliação tecnológica. (...)
6. Formar uma pessoa que tome decisão, que avalie o papel das decisões humanas na determinação da sobrevivência e da vida da sociedade futura. (...)
7. Desenvolver habilidades de resolver problemas complexos da vida real. (...)
8. Aumentar o conhecimento dos estudantes em relação ao seu meio ambiente e desenvolver neles a capacidade de dependerem do seu próprio pensamento, quando aplicarem o que aprenderam em situações não-familiares.
9. Desenvolver a capacidade discriminatória para decidir que informação e conhecimento são relevantes para resolver criticamente algum problema específico no campo sócio-tecnológico.
10. Capacitar os estudantes a compreenderem o poder e a fragilidade de alguma teoria com respeito a sua capacidade de explicar e prever (...).

⁶ HOFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G.; RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. *International Journal of Science Education*, v. 10, n. 4, p. 343-345, 1988.

⁷ ZOLLER, Uri; WATSON, Fletcher G. Technology education for nonscience student in the secondary school. *Science Education*, v. 58, n. 1, p. 105-116, 1974.

11. Incentivar os estudantes a perguntarem, constatarem proposições e pesquisarem criticamente fatos “conhecidos”, verdades “bem estabelecidas” e valores “aceitos universalmente”.
12. Ajudar o estudante de áreas não-científicas a gostar do seu curso de ciência e tecnologia, como uma atividade de aprendizagem interessante e estimuladora, que seja relevante e esteja de pleno acordo com seus interesses, necessidades e aspirações (p.77-78).

É de conhecimento de todos, que os professores configuram peça-chave para o sucesso da aprendizagem dos alunos. Segundo Hofstein e colegas⁸ (1988) o grande empecilho na implementação de cursos de CTS é sem dúvida alguma o professor de ciência, que enquanto estão ministrando suas aulas raramente abordam questões CTS. Uma alternativa para solução deste problema seria propor cursos de aperfeiçoamento para os professores, mostrando a importância de um ensino com enfoque CTS, e como esse enfoque poderia contribuir para uma aprendizagem mais eficiente por parte dos alunos.

Portanto, uma maneira de tratar aspectos sociais, econômicos e culturais com alunos, é fazer o uso do ensino com enfoque CTS, e para isso as disciplinas devem ser desenvolvidas a partir de temas, problemáticas sociais ou fatos do cotidiano, auxiliando os alunos aprenderem conceitos de relevância. Para isso é bastante utilizado a transposição didática que será discutida no próximo tópico.

TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

Apesar da maioria dos professores acreditarem que as modificações que o conhecimento sobre quando é transposto do ambiente científico para o ambiente escolar, não sejam significativas, muitos deles não sabem que, no decorrer dessas transposições diversos

⁸ HOFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G.; RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. *International Journal of Science Education*, v. 10, n. 4, p. 343-345, 1988.

elementos desaparecem e outros vários elementos são criados, não sendo assim meras simplificações do conhecimento científico.

Todas essas transformações tem como resultado um conhecimento descontextualizado e descaracterizado (NEHRING *et alii*, 2002). Pois apesar de serem necessárias, no decorrer dessas transformações alguns aspectos que são importantes para o entendimento do aluno são desconsiderados, como por exemplo, nos materiais didáticos de ciência que têm poucos aspectos históricos sobre o desenrolar do conhecimento científico, fazendo assim que os alunos creiam que tudo na ciência é muito exato e existem apenas verdades absolutas, o que não é real. Os livros descartam os erros e os caminhos errados que os cientistas fazem, colaborando assim com o aumento do dogmatismo científico, e deixando na cabeça dos alunos que a ciência é para poucos, para gênios, e assim eles perdem o gosto de estudar, por não se julgarem capazes.

De uma forma geral, a transposição didática consiste nas transformações que o conhecimento incorpora desde o ambiente científico até o saber ensinado. Existem três transformações que o conhecimento pode incorporar, entre elas, o saber científico é a primeira transformação que o conhecimento passa, e ocorre quando o pesquisador publica, normalmente em um artigo, os resultados obtidos na realização dos experimentos, no qual normalmente são apresentados apenas os resultados corretos e bons, deixando a entender que foi de simples realização, e nenhum erro ou problema ocorreu no desenrolar da pesquisa. O saber a ensinar é a segunda transformação, e podemos percebê-la nos livros didáticos, é importante notar que a maioria dos livros didáticos traz os conceitos de forma descontextualizados, tornando-se assim desinteressante para a grande parte dos alunos, além de ser muito maçante e conteudista. E o saber ensinado é a terceira transformação que o conhecimento incorpora, em que o professor, fazendo o uso do livro didático, prepara suas

aulas deixando-as acessíveis ao entendimento dos alunos, e aí está a importância dos professores prepararem as aulas tentando ao máximo contextualizá-las e levá-las para a realidade dos alunos, para assim poderem minimizar as dificuldades que os alunos sentem em compreenderem alguns conceitos (NEHRING *et alii*, 2002).

Com base no que foi discutido até agora, a metodologia utilizada para desenvolver essa monografia será apresentada no próximo capítulo.

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA

Este trabalho de conclusão de curso foi feito a partir da revisão de literatura sobre a importância da História da Ciência no ensino de Ciência – usando como exemplo a história das especiarias para compreendermos e aprendermos melhor algumas propriedades do açafrão da terra (cúrcuma) – a experimentação e suas contribuições para a aprendizagem do aluno, as características da abordagem CTS no ensino e a importância e os cuidados com a transposição didática.

Além disso, realizou-se um experimento, no qual o açafrão da terra foi testado como indicador ácido-base, e um possível substituto da fenolftaleína. Uma vez que o açafrão da terra é mais acessível em termos de custo e de disponibilidade às escolas do que a fenolftaleína. Fora isso, o açafrão da terra não é nocivo, uma vez que é largamente utilizado na culinária.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

São chamados de ácido, compostos, que quando em solução aquosa, possuem gosto azedo característico; capacidade de alterar a cor do papel de tornassol (de azul para rosa); ao reagir com metais liberam o gás H_2 ; e ao reagir com bases e óxidos formam água e sal. Existem três teorias que explicam ácidos e bases. Uma delas é a Teoria de Arrhenius que define ácido como sendo “uma substância que produz íons hidrogênio, H^+ , quando dissolvida em água” (QUAGLIANO; VALLARINO, 1979, p.444).

Base é como chamamos substâncias que tem a capacidade de restaurar a coloração do papel de tornassol, o qual o ácido deixou rosa. Esse papel ácido (rosa) em contato com uma substância básica retorna à sua coloração original (azul), além de restaurar a cor do papel de tornassol. Ao reagir com ácidos, essas substâncias formam sal e água, além disso, essa classe de substâncias possui gosto adstringente característico. Segundo a Teoria de Arrhenius, base é definida como “uma substância que gera íons OH^- quando dissolvida em água” (QUAGLIANO; VALLARINO, 1979, p.444).

Outra teoria existente para explicar ácidos e bases é a Teoria de Bronsted e Lowry ou também conhecida como teoria protônica, que define que “um ácido é qualquer substância que, contendo hidrogênio, possa produzir um próton, H^+ ; uma base é qualquer substância que possa adquirir um próton” (QUAGLIANO; VALLARINO, 1979, p.460).

Além dessas duas propostas, Lewis propôs também uma teoria que pode ser aplicada para ácidos e bases em todos os solventes. Que define que: “um ácido é uma substância que

aceita um par de elétrons; uma base é uma substância que doa um par de elétrons”. (QUAGLIANO; VALLARINO, 1979, p.463).

Seja qual for a teoria utilizada, ácidos e bases estão presentes no nosso cotidiano e é muito importante sabermos identificá-los. Assim como o papel de tornassol, existem substâncias que são chamadas de indicadores ácido-base, que são ácidos ou bases fracas que quando em contato com determinada solução ácida ou básica é observável a alteração da sua cor. Quando não está dissociada possui certa cor e quando está na forma iônica adquire outra cor. Em cada indicador essa mudança ocorre em determinada faixa de pH (QUAGLIANO; VALLARINO, 1979). Os indicadores mais conhecidos estão listados na tabela abaixo:

Tabela 1. Indicadores ácido-base, suas respectivas cores em meio ácido e básico e suas faixa de pH. (Fonte adaptada de: <http://www.esb.ucp.pt/twt5/motor/display_texto.asp?pagina=indicadoracidobase200309015536568&bd=cec>)

Indicador	Meio Ácido	Meio Básico	Faixa de pH
Azul de Bromotímol	Amarelo	Azul	6,0 – 7,6
Fenolftaleína	Incolor	Rosa	8,0 – 10,0
Tornassol	Rosa	Azul	-
Alaranjado de Metila	Vermelho	Amarelo-alaranjado	3,1 – 4,4
Vermelho de Metila	Vermelho	Amarelo	4,2 – 6,3

Além desses indicadores mais conhecidos, corantes naturais também tem sido utilizados para identificar ácidos e bases. Segundo Dias, Guimarães e Merçon (2003) corantes naturais são altamente recomendados, pois as cores motivam os alunos. Além disso, pesquisas mostram que muitos corantes naturais como feijão preto, beterraba, amora, repolho roxo, pigmentos extraídos de flores, uva, jabuticaba e jambolão são usados em titulações, como por exemplo, o repolho roxo, em contato com meio ácido adquire uma coloração vermelha, e em meio básico adquire uma coloração de amarela a azul anil, dependendo da basicidade da solução.

Assim, levando em consideração que o açafrão da terra tem como princípio ativo a curcumina, que é um corante natural devido a presença de duplas conjugadas em sua estrutura, foi feito um experimento para testar seu potencial como indicador ácido-base. A solução de açafrão da terra foi testado para determinar o volume de viragem da titulação do ácido clorídrico (HCl) com hidróxido de sódio (NaOH) como titulante.

PARTE EXPERIMENTAL

Para testar a capacidade de indicador do açafrão da terra, foram feitas as seguintes soluções:

- Preparo da solução de ácido clorídrico (HCl) $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$:

HCl ($0,1 \text{ mol.L}^{-1}$) a partir do HCl PA (37%):

Massa molar do HCl = $36,46 \text{ g.mol}^{-1}$

Densidade = $1,19 \text{ kg.L}^{-1}$

1 mol ----- 36,46 g

0,1 mol ----- X

X = 3,646 g

3,646 g ----- 37%

Y ----- 100%

Y = 9,854 g

1,19 kg ----- 1000 mL

$9,854 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ ---- Z

Z = 8,281 mL

8,281 mL ----- 1000 mL

W ----- 250 mL

W = 2,0 mL de HCl em 250 mL de H₂O

Portanto, segundo os cálculos foram medidos 2,0 mL de ácido clorídrico e completou-se o balão volumétrico de 250 mL até o menisco com água destilada (H₂O).

- Preparo da solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol.L⁻¹:

NaOH (0,1 mol.L⁻¹) a partir de NaOH PA:

Massa molar do NaOH = 40 g.mol⁻¹

1 mol ----- 40 g

0,1 mol -----X

X = 4 g

4 g ----- 1000 mL

Y ----- 500 mL

Y = 2,0 g de NaOH em 500 mL de H₂O

Segundo os cálculos, pesou-se 2 g de hidróxido de sódio, e dissolveu-os em água, completando o menisco do balão volumétrico de 500 mL com água destilada (H₂O).

- Preparo da solução de biftalato de potássio (C₈H₅O₄K) 0,01 mol.L⁻¹:

C₈H₅O₄K (0,01 mol.L⁻¹) a partir de biftalato de potássio PA:

Massa molar do C₈H₅O₄K = 204,22 g.mol⁻¹

1 mol ----- 204,22 g

0,01 mol -----X

X = 2,042 g

2,0422 g ----- 1000 mL

Y ----- 100 mL

Y = 0,204 g de C₈H₅O₄K em 100 mL de H₂O

De acordo com os cálculos realizados, para obter-se uma solução aquosa de 0,01 mol.L⁻¹ de biftalato de potássio, são necessário 0,204 g de biftalato diluídos em água destilada (H₂O), em um balão volumétrico de 100 mL.

A massa real de biftalato de potássio pesada foi 0,2115 g, fazendo o cálculo da concentração da solução de biftalato, tem-se:

Concentração da solução de C₈H₅O₄K:

C_{biftalato} = 0,2115g / 204,22 g.mol⁻¹ x 0,1 L

C_{biftalato} = 0,010356 mol.L⁻¹

Logo, a concentração da solução de biftalato de potássio é 0,010356 mol.L⁻¹.

Antes de fazer a titulação do ácido clorídrico, foi feita a padronização do hidróxido de sódio usando o biftalato de potássio. Essa padronização foi feita usando-se uma bureta de 25 mL, e obtiveram-se os seguintes resultados:

Padronização do NaOH com $C_8H_5O_4K$ ($0,01 \text{ mol.L}^{-1}$):

$$V_{1(\text{NaOH})} = 2,60 \text{ mL}$$

$$V_{2(\text{NaOH})} = 2,60 \text{ mL}$$

$$V_{3(\text{NaOH})} = 2,60 \text{ mL}$$

Portanto:

$$C_{\text{biftalato}} \times V_{\text{biftalato}} = C_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}}$$

$$0,01 \text{ mol.L}^{-1} \times 25.10^{-3} \text{ L} = C_{\text{NaOH}} \times 2,6.10^{-3} \text{ L}$$

$$C_{\text{NaOH}} = 0,0961 \text{ mol.L}^{-1}$$

Depois de padronizado, fez-se a titulação do ácido clorídrico, usando como indicador a fenolftaleína e o açafrão da terra. Ambos indicadores foram preparados com etanol comercial 96%, para isso, pesou-se 0,5g de cada um deles e dissolveu-se em 100 mL de etanol comercial. Para a titulação obteve-se os seguintes resultados:

Titulação de 25 mL de HCl com NaOH ($0,0961 \text{ mol.L}^{-1}$) usando a fenolftaleína como indicador:	Titulação de 25 mL de HCl com NaOH ($0,0961 \text{ mol.L}^{-1}$) usando o açafrão da terra como indicador:
$V_{1(\text{NaOH})} = 24,00 \text{ mL}$	$V_{1(\text{NaOH})} = 24,00 \text{ mL}$
$V_{2(\text{NaOH})} = 24,20 \text{ mL}$	$V_{2(\text{NaOH})} = 24,10 \text{ mL}$
Concentração do HCl: $C_{1(\text{HCl})} \times V_{\text{HCl}} = C_{\text{NaOH}} \times V_{1(\text{NaOH})}$	$V_{3(\text{NaOH})} = 23,90 \text{ mL}$
$C_{1(\text{HCl})} = 0,0923 \text{ mol.L}^{-1}$	Concentração do HCl: $C_{1(\text{HCl})} \times V_{\text{HCl}} = C_{\text{NaOH}} \times V_{1(\text{NaOH})}$
$C_{2(\text{HCl})} = 0,0930 \text{ mol.L}^{-1}$	$C_{1(\text{HCl})} = 0,0923 \text{ mol.L}^{-1}$
$C_{\text{HCl}} = 0,0926 \text{ mol.L}^{-1}$	$C_{2(\text{HCl})} = 0,0926 \text{ mol.L}^{-1}$
	$C_{3(\text{HCl})} = 0,0919 \text{ mol.L}^{-1}$
	$C_{\text{HCl}} = 0,0923 \text{ mol.L}^{-1}$

Os resultados que foram obtidos para as titulações de HCl na presença de fenolftaleína e na presença de açafrão da terra como indicadores, mostrou que o ponto de viragem em ambas titulações foi observado praticamente na mesma faixa, entre 23,90 mL a 24,20 mL de hidróxido de sódio. Outra forma de analisar a proximidade dos resultados, é analisando o valor da concentração do ácido clorídrico (HCl) encontrado, para titulação com fenolftaleína, $0,0926 \text{ mol L}^{-1}$, e para a titulação com a curcumina (princípio ativo do açafrão da terra), a concentração encontrada do HCl foi de $0,0923 \text{ mol L}^{-1}$, estando a incerteza, no quarto algarismo significativo. A figura abaixo mostra, que é nítido a visualização do ponto de viragem quando utilizou-se o açafrão da terra como indicador, mostrando assim, que o açafrão da terra é um promissor indicador ácido-base, principalmente, por seu custo ser muito baixo e ser um produto acessível.



Figura 4. Solução de HCl antes da titulação(Erlenmeyer da esquerda) e solução (Erlenmeyer da direita) no ponto de viragem, após titulação com NaOH. Fonte: arquivos pessoais da autora.

Como podemos notar, a faixa de viragem do açafrão da terra é praticamente a mesma que a da fenolftaleína, que é um indicador ácido-base bastante utilizado nas escolas para realizar experimentos de titulação ácido-base. Antigamente, alguns medicamentos como Lactopurga®, Almeida Prado 46® continham fenolftaleína em sua composição, deixando assim esse indicador com fácil acesso para escolas e alunos. Mas atualmente, esses medicamentos não contêm mais fenolftaleína, dificultando assim o acesso deste produto às escolas. Pensando nisso, proponho o açafrão da terra como um indicador ácido-base substituto da fenolftaleína, levando em consideração as seguintes vantagens:

- Baixo custo;
- Produto muito acessível;
- Não nocivo;
- De fácil manuseio;
- Com resultados satisfatórios.

A mudança de coloração da fenolftaleína pode ser observada, pois a seguinte reação ocorre:

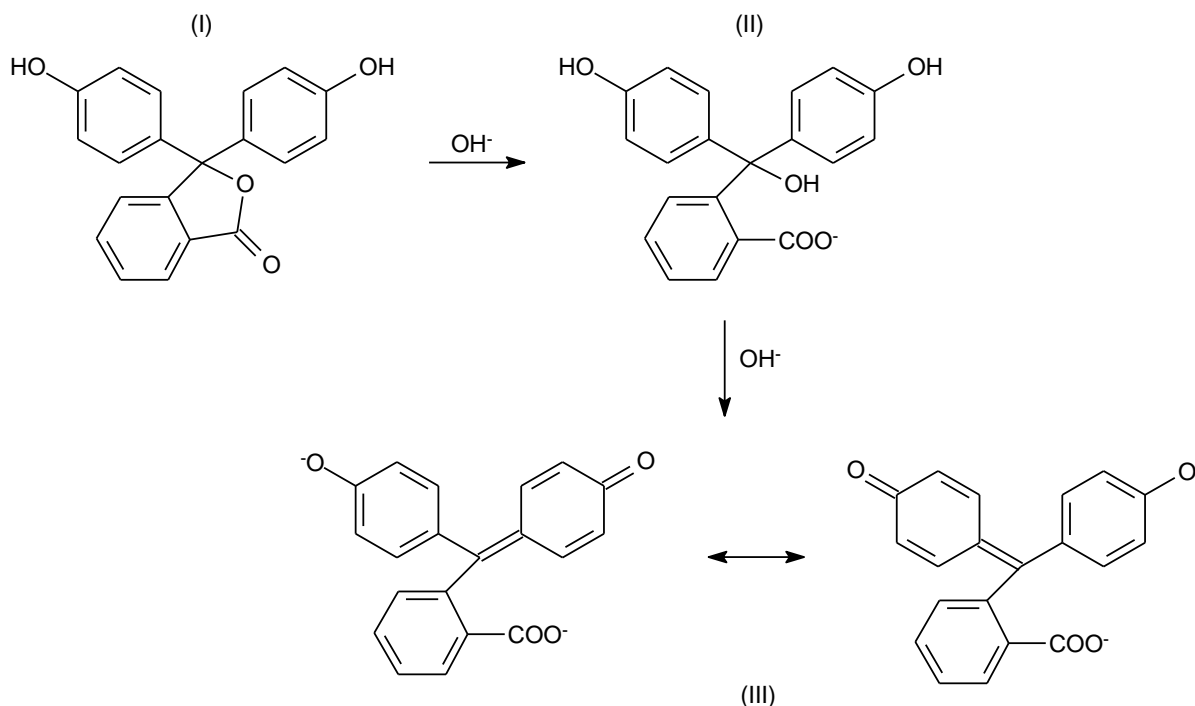


Figura 5. Reação de desprotonação da fenolftaleína, a qual ocorre em presença de base. Fonte: adaptada de QUAGLIANO, J. V.; VALLARINO, L. M., *Química*. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois S. A., p. 218, 1973.

Segundo Quagliano e Vallarino (1973):

A teoria simples de Ostwald, sobre a mudança de cor dos indicadores, foi revista e acredita-se, nos dias de hoje, que as modificações estruturais, que incluem a formação de formas quinônicas e de ressonância; estas mudanças podem ser ilustrada pela fenolftaleína (...) Na presença de álcali diluído o anel lactona de I se abre e forma-se II; a estrutura trifenilcarbinol (II) perde água e dá o íon ressonante III, que é vermelho. (p. 217)

Já na curcumina, princípio ativo do açafrão da terra, a mudança de cor ocorre segundo a seguinte reação:

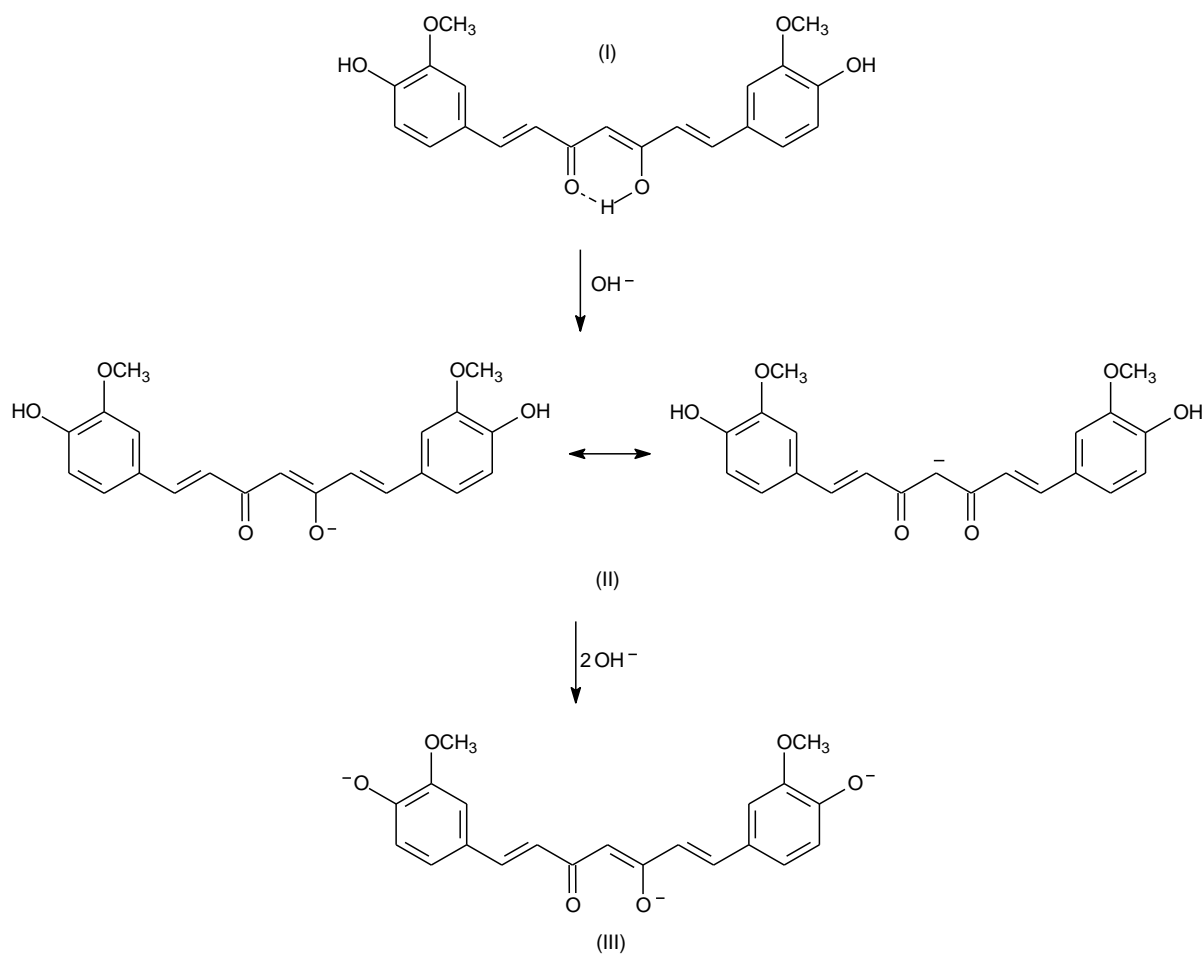


Figura 6. Reação de desprotonação da curcumina, princípio ativo do açafrão da terra, em meio básico. Fonte: arquivos pessoais da autora.

Como mostra a figura 4, a curcumina em meio ácido tem sua coloração inalterada, ou seja, amarela. Mas quando em contato com solução alcalina, a coloração deixa de ser amarela e passa a adquirir uma cor laranja clara, e em excesso de OH^- a curcumina apresenta coloração vermelha. E essa transformação ocorre segundo a reação acima. Com a adição do primeiro equivalente de base ocorre a abstração do próton do grupo enolato da estrutura I, ocasionando a coloração laranja observada no ponto de viragem, representada pela estrutura II, e em presença de mais dois equivalentes de base, os prótons fenólicos são abstraídos, chegando à estrutura altamente conjugada (III) responsável pela coloração vermelha.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este Trabalho de Conclusão de Curso tratou da importância da inserção da História da Ciência acoplada à experimentação no ensino de Ciências. Acredita-se que desenvolver o conteúdo tratando de assuntos que estejam na realidade do aluno, possa contribuir no processo de ensino-aprendizagem, motivando o aluno, uma vez que os temas trabalhados os deixarão curiosos, já que serão temas do cotidiano. O desenvolvimento de experimentos investigativos que consigam instigar no aluno a ter vontade de pesquisar e entender como as coisas acontecem, é de extrema importância para o sucesso no processo de ensino-aprendizagem. Foi pensando nisso que escolhemos o tema especiarias, pois essas substâncias estão muito presentes no cotidiano do aluno, hoje em dia, é muito raro não se usar esses condimentos na alimentação. Levando em considerações esses aspectos e alguns problemas encontrados no ensino de Química, é que propusemos, neste trabalho, um experimento que testa o açafrão da terra, uma especiaria muito conhecida, e largamente utilizada na culinária, como um possível substituto da fenolftaleína, indicador ácido-base conhecido, de difícil acesso para escolas e com custos maiores que o do açafrão da terra.

Os resultados obtidos no experimento foram muito satisfatórios mostrando que a curcumina (princípio ativo do açafrão da terra) tem grande potencial em substituir a fenolftaleína, pois no experimento realizado, notamos que a faixa de viragem da curcumina é visível e muito próxima da faixa de viragem da fenolftaleína, ou seja, as quantidades de hidróxido de sódio (NaOH) que foram utilizadas para titular o ácido clorídrico (HCl), tanto com a fenolftaleína como com a curcumina, foram muito próximas, mostrando que não

haveria problema algum na substituição. Além disso, outro dado que explicita esse fato é a concentração de ácido clorídrico (HCl) determinada pela titulação, que para a fenolftaleína foi de $0,0926 \text{ mol L}^{-1}$ e para a curcumina foi de $0,0923 \text{ mol L}^{-1}$, estando a incerteza no terceiro algarismo significativo.

Com isso, propomos a substituição da fenolftaleína pelo açafrão da terra em aulas de Química, uma vez que o açafrão da terra é um produto muito acessível, de baixo custo, não nocivo, de fácil manuseio, e que apresentou resultados satisfatórios nas titulações realizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELTRAN, N. O.; CISCATO, C. A. M., *Química*. São Paulo: Cortez Editora, 1990. p. 15-18.

DIAS, M. V.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Corantes Naturais: Extração e Emprego como indicadores de pH. *Química Nova na Escola*, nº 17, p. 27-31, maio 2003.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. e OLIVEIRA, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. *Química Nova na Escola*, v. 32, nº 2, p. 101-106, maio 2010.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. *Química Nova na Escola*, vol. 31, nº 3, p. 198-202, agosto 2009.

JEFFERY, G. H.; BASSETT, J.; MENDHAM, J.; DENNEY, R. C. *Vogel: Análise Química Quantitativa*. 5 ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 1992, 712 p.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. Trad. Claudia M. Andrade. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

NEHRING, C. M.; SILVA, C. C.; TRINDADE, J. A. O.; PIETROCOLA, M.; LEITE, R. C. M.; PINHEIRO, T. F. As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensaio de ciência através de projetos. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 1, p. 1-18, março 2002.

NEPOMUCENO, R. *O Brasil na rota das especiarias: o leva-e-trás de cheiros, as surpresas da nova terra*. Rio de Janeiro: José Olympio, 2005.

NEPOMUCENO, R. *Viagem ao fabuloso mundo das especiarias: histórias e lendas, origens e caminhos, personagens, remédios, favores e sabores*. 4 ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2005.

PEREIRA, C. L. N. A História da Ciência e a Experimentação no Ensino de Química Orgânica. Brasília, 2008. 194 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Instituto de Química, Universidade de Brasília.

PEREIRA, C. L. N. e SILVA, R. R. A história da Ciência e o ensino de Ciência. *Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais*, Edição Especial, mar. 2009. Disponível em: <http://www.ltds.ufrj.br/gis/a_historia.htm>. Acesso em: 21 de abr. 2011.

QUAGLIANO, J. V.; VALLARINO, L. M., *Química*. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois S. A., 1973, 855 p.

RODRIGUES, R. S. A história da Ciência e a experimentação na construção do conhecimento escolar: a Química e as especiarias. Brasília, 2009. 173 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Instituto de Química, Universidade de Brasília.

SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P., *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. 4 ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. 160 p.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Editora Unijuí, 2010, p. 231-261.