



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

HADASSA DE SOUZA RAMOS PONTES MOURA

**A TERMOCROMIA, OS BRINQUEDOS E O ENSINO DE QUÍMICA
CONTEXTUALIZADO.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília – DF

2.º/2014



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

HADASSA DE SOUZA RAMOS PONTES MOURA

**A TERMOCROMIA, OS BRINQUEDOS E O ENSINO DE QUÍMICA
CONTEXTUALIZADO.**

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

**Orientador: Renata Cardoso de Sá Ribeiro Razuck
Co-Orientador: Alexandre Fonseca**

2.º/2014

DEDICATÓRIA

Porque Dele e por Ele, para Ele são todas as coisas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pois acredito que sem Suas bênçãos e misericórdias, nada seria alcançado.

À minha família, que eu amo, e amarei para sempre.

À professora Renata Razuck, por aceitar me orientar, por apoio e amizade que me ofereceu em momentos difíceis.

À professora Patrícia Lootens, que se fez muito presente na minha formação, como amiga, professora e conselheira desde o início dos meus estudos na Universidade de Brasília.

Ao professor Alexandre Fonseca e a toda a equipe do Laboratório AQQUA, por todo o apoio, acadêmico e emocional necessários para a realização deste trabalho.

Ao professor Roberto Ribeiro, por seu carinho, cuidado e disposição para comigo em todos os momentos que necessitei.

À toda a Divisão de ensino do Instituto de Química, pela sua marcante presença em minha graduação e, sem a qual, este trabalho não teria sido realizado.

SUMÁRIO

Introdução	7
A experimentação no Ensino de Química	12
Pigmentos e corantes	22
A termocromia	26
Os brinquedos e o ensino de Química contextualizado	31
Experimento 1	31
Experimento 2	34
Considerações finais	37
Referências	39
Anexos	42

RESUMO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais expressam em seu texto a necessidade em fazer da experimentação no ensino de Ciência uma atividade que estimule a construção de conceitos, a interação entre professores e alunos, bem como de promover a reflexão e contribuir para a realização da interface Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Apesar disso, pesquisas na área educacional apontam que os alunos costumam apresentar dificuldades de relacionar os conteúdos estudados na escola, com o seu cotidiano. O documento oficial dos PCN já está vigência desde 1998, e mesmo assim, a experimentação no ensino perdura em ser conduzida erroneamente. Muitos professores deparam-se com dificuldades para realizar a interface CTS. A pesquisa na área educacional tem contribuído fortemente para auxiliar o docente no seu exercício, dentre outras formas, na sua busca constante por elementos que possam atuar como motivadores para aulas experimentais. Dentre algumas possibilidades, encontram-se brinquedos e dispositivos de uso rotineiro, como uma calculadora. No presente trabalho, buscamos explorar algumas possibilidades que envolvem o uso de brinquedos que possuem pigmentos que alteram sua coloração como elementos motivadores para o ensino de química.

Palavras-chaves: Experimentação, pigmentos, brinquedos.

INTRODUÇÃO

O ensino de Química nas escolas tem sido alvo de bastante discussão: seja o currículo, a utilização, ou não, de aulas experimentais, sua abordagem e finalidade, dentre outros tópicos (ZANON, 2000, 2012; MORTIMER 2010; AZEVEDO 2003). A Química é uma Ciência bastante ampla e seu estudo necessita trazer à tona outras frentes do conhecimento como a Física, a Matemática, a Biologia, a Geologia, a História e tantas outras. Toda esta interdisciplinaridade permite que seu ensino seja permeado de situações que podem ser observadas no cotidiano e contextualizadas, tanto atualmente como em todos os momentos da história da Humanidade. Entretanto, muitos alunos têm dificuldades em enxergar as diversas relações que esta ciência tem com o cotidiano. Na verdade, Zanon (2012) ressalta que esta dificuldade está ligada à forma como o ensino de química tem sido abordado, como veremos mais adiante.

Antes disto, acredito que devo começar a escrever a respeito do ensino de química compartilhando um pouco da minha própria formação: estudei em uma escola particular onde existiam vários laboratórios: química, física, biologia, informática e artes. Durante meu Ensino Médio, tive aulas de laboratório de Química semanalmente. Para mim era uma alegria: eu poderia manipular vidrarias especializadas, reagentes perigosos, o que conferia emoção à prática. Fazíamos determinações utilizando soluções coloridas e chegamos até a realizar uma experiência em que havia uma pequena explosão. De fato fiz vários relatórios em que o levantamento de dados era a atividade principal. A confecção destes era uma obrigação, e cálculos relativamente elaborados, eram exigidos. Me recordo de diversos experimentos de natureza ilustrativa e outros com caráter demonstrativo. Entretanto, não tenho lembranças de alguma atividade em que eu tenha realizado uma real investigação. Durante a realização das práticas, eu e meus colegas de turma, deveríamos seguir estritamente as instruções de um roteiro previamente entregue antes de entrarmos no laboratório. Não éramos questionados sobre os tópicos que seriam abordados no experimento, apenas cumpríamos com as etapas descritas no roteiro.

Lembro-me também que não éramos indagados ao final da prática sobre os dados adquiridos ou qualquer outra questão, e uma vez que o relatório contendo os dados levantados e cálculos realizados fosse entregue, cabia a nós, alunos, apenas esperar pela nota que o professor iria atribuir ao mesmo. Conversas paralelas também não eram permitidas, e, caso existissem, eram interpretadas como “cola”, sendo que os alunos envolvidos eram penalizados. Para compor a avaliação final, eram considerados os relatórios, o comportamento durante a realização da atividade e uma prova prática. Apesar da rigidez, eu sempre gostei das aulas de laboratório, entretanto não posso dizer o mesmo de meus colegas: eles detestavam confeccionar os relatórios, achavam as práticas maçantes e sem nexos, tão pouco percebiam qualquer relação com suas vidas. Afinal, “por que preciso saber fazer uma titulação?”, muitos indagavam.

Meus colegas não se sentiam estimulados pelas aulas de laboratório, acredito que tanto pelo fato de esta sempre ser seguida por um relatório difícil e trabalhoso, assim como pela falta de interações sociais durante a aula em função da rigidez das “regras”. Talvez a única prática que tenha despertado o interesse e cativado a atenção dos alunos, foi aquela em ocorreu a explosão: para demonstrar o quão pequena é a afinidade eletrônica dos metais alcalinos, vislumbrando a liberação de energia que ocorre quando este “perde” um elétron, o professor lançou um pequeno pedaço de sódio metálico (a escola possuía uma pequena quantidade) em uma bacia que continha água e algumas gotas de fenolftaleína. Imediatamente houve a liberação do que parecia ser fumaça e a água passou de incolor a rosa, seguido de uma explosão em pequena escala, mas que quebrou a bacia e fez bastante barulho. Os alunos entraram em frenesi. Foi uma diversão. Chagamos a pedir ao professor que ele repetisse o experimento para nós, e assim o fez. Ele ficou muito contente com aceitação e empolgação da turma.

Apesar do bem estar proporcionado tanto aos alunos quanto ao professor, muitos estudiosos educacionais condenam este tipo de prática, pois acreditam que experiências muito chamativas tendem apenas a chamar a atenção para o aspecto fenomenológico, sem entretanto favorecer o aprendizado (BACHELARD, 1996). Aparentemente, os alunos se impressionam com o efeito observado sem se preocupar com os motivos pelos quais eles ocorrem, não havendo, portanto uma reflexão sobre o fato/fenômeno, nem estimulando a construção dos conceitos envolvidos para explicá-lo.

De fato, ao refletir a respeito de minhas atitudes enquanto estudante, eu não questioneei o que havia observado nas aulas experimentais. Me ative apenas a realizar aquilo que fora

proposto no roteiro. Nada a mais, nada a menos. Percebo hoje que estas aulas eram realizadas após determinados conteúdos terem sido trabalhados em sala de aula, e que o laboratório era utilizado como mera ferramenta para ilustrar ou demonstrar a teoria em estudo. Silva, Machado e Tunes (2010) afirmam que esta não é uma prática incomum entre professores, pois muitos ainda acreditam que as aulas práticas têm como função tornar concreto aquilo que é abstrato, como os conceitos, e que por isso podem auxiliar na aprendizagem. Esta visão a respeito da experimentação tem sido questionada por estudiosos educacionais. Estudos estão sendo realizados para avaliar o impacto que as aulas experimentais que buscam ilustrar ou demonstrar teorias e as conclusões parecem ser unânimes: pouco tem contribuído para o aprendizado efetivo (GUEDES, 2010; AZEVEDO, 2003; MORTIMER, 2010; SILVA, MACHADO E TUNES, 2010).

Mais ainda, essas conclusões não se limitam a avaliar a atividade experimental. Uma realidade preocupante é que não somente os alunos têm dificuldades em aprender, mas também os professores têm dificuldades em ensinar (ZANON, 2012). Isso se deve, entre outros fatores, às razões históricas: há que se levar em consideração que o ensino de Química no Brasil, chegou às escolas muito tardiamente em relação às outras nações, tendo ocorrido apenas no século 19. A abordagem do ensino de química era utilitarista, aquela na qual o aprendizado do aluno não é valorizado (SILVA, MACHADO E TUNES, 2010).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN),

“O aprendizado de Química pelos alunos de Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as Ciência bastante ampla, tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos.” (BRASIL, 2000, p. 30)

Este documento recomenda o uso da experimentação para promover a interdisciplinaridade e a contextualização dos conteúdos. Mas como estes objetivos poderiam ser atingidos se os professores continuarem a ministrar aulas meramente expositivas e sem contextos ou ligações com os outros campos do conhecimento? E como a experimentação deve ser abordada/conduzida para que possa auxiliar os alunos na melhoria do aprendizado?

Uma proposta para aproximar a Química da realidade cotidiana e, ao mesmo tempo, proporcionar uma melhora na aprendizagem dos alunos é fazer uso de atividades experimentais que tratem de questões rotineiras sob uma ótica investigativa (SILVA, MACHADO E TUNES, 2010). Esta é uma atividade que permite a articulação entre teorias e

fenômenos, e dessa forma, busca despertar o interesse dos alunos proporcionando motivação. Além disso, abre espaço para diálogo entre professor e aluno e entre os próprios alunos, o que permite a problematização e a contextualização.

Para tanto, é importante que o aluno esteja com atenção voltada para as atividades realizadas em sala. Este é um desafio para muitos professores, pois os alunos muitas vezes não se sentem atraídos pelas aulas. O aluno necessita de um elemento que desperte sua curiosidade, que o faça se questionar “por que?”. É necessário que o professor utilize de criatividade para cativar os alunos e para auxiliar neste objetivo podemos, por exemplo, lançar mão de materiais que não seriam rotineiramente utilizados em laboratórios, mas que pertencem ao cotidiano dos alunos. Esse elemento motivador pode ser encontrado nas formas mais variáveis, como por exemplo, brinquedos. Vários possuem uma “magia”, como mudar de cor sob determinadas condições. Muitos exemplos podem ser encontrados, como em algumas bonecas Barbie em que os cabelos ou roupas mudam de cor quando mergulhados em água gelada. Também podemos citar alguns carrinhos da linha de brinquedos Hot Wheels. Esses produtos são facilmente comercializados e fazem a alegria das crianças, mas poucos se perguntam qual seria o motivo dessas mudanças acontecerem.

No desenvolvimento destes brinquedos há muito conhecimento químico. É possível que a maioria dos consumidores destes produtos não saibam, mas a “magia” do brinquedo está em um pigmento sensível ao calor: em uma temperatura ele tem uma coloração, e em outra temperatura, apresenta uma diferente. Esses compostos pertencem a uma classe de pigmentos denominada de termocrômicos. Apesar da maioria das crianças não apresentar interesse por este conhecimento enquanto está brincando, trazer à luz estes fatos, juntamente com a memória de muitos alunos que possam ter tido estes brinquedos, pode ser um elemento motivador para se começar uma aula. Trazer um tema que tenha participado do cotidiano dos alunos, e que ainda pode participar é uma possibilidade para envolvê-los com a aula.

Esta proposta é interessante por ir ao encontro dos objetivos indicados para o ensino médio, na qual os alunos devem ser capazes de compreender o papel que esta ciência tem em suas vidas, relacionando os conteúdos aprendidos em sala de aula com fatos de seus cotidianos. Iniciar uma aula com um elemento motivador que estimule os alunos a se questionarem e a buscar respostas é o primeiro passo para que as aulas se tornem mais proveitosas para os alunos e para os professores.

O presente trabalho tem como objetivo utilizar e explorar estes brinquedos presentes no cotidiano como elementos motivadores para iniciar uma atividade experimental de caráter

investigativo. Para tal, proporemos algumas atividades experimentais que podem ser feitas com a utilização de brinquedos e outros materiais que possuem pigmentos termocrômicos.

A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

A experimentação no ensino vem ganhando cada vez mais espaço nas escolas como fonte de inovação para as aulas e na tentativa de melhorar o aprendizado dos alunos. Entretanto, até que chegássemos a esse momento, a forma de explorá-la na educação básica tem sido muito questionada. Diversos professores a utilizam como mero elemento ilustrativo ou demonstrativo. Estas abordagens não mais condizem com as tendências educacionais atuais para a experimentação. Entretanto, para compreendermos a maneira como esta tem sido utilizada atualmente, necessitamos de uma breve noção de como veio a ser implantada e desenvolvida no Brasil.

Os Portugueses trouxeram os trabalhos laboratoriais durante o Império para suprir necessidades econômicas relativas às atividades extrativistas. Entretanto era necessária a obtenção de mão de obra, e para este fim, as aulas experimentais foram introduzidas no ensino, as quais eram exploradas para a mesma finalidade: ensinavam-se procedimentos relativos à obtenção de produtos economicamente rentáveis advindos da exploração do minério. (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010). Esta abordagem trazia a Ciência com um enfoque utilitarista, e, não havia preocupação com a influência ou importância desta para o aluno, tão pouco com a aprendizagem efetiva ou com o fato de o aluno nada refletir a respeito das atividades realizadas. Apenas com o Movimento da Escola Nova, na década de 1930, houve uma preocupação com a forma como os conteúdos eram apresentados: se eram contextualizados, relacionados com o cotidiano, se tinham relevância para os alunos e promoviam a reflexão. Estas propostas se assemelhavam com as já feitas pelo educador norte americano John Dewey. O governo passou então a recomendar que as escolas abrigassem laboratórios de ensino equipados. (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010).

Uma nova forma de se valer da experimentação estava surgindo, e a possibilidade da sua contribuição para o aprendizado era mais valorizada. A produção de material didático adequado e a oferta de cursos de capacitação para professores pelo governo faziam parte dessa valorização. Apesar disso "até o final da década de 60, a experimentação no ensino de

ciências enfatizava a observação." (GONDIM; MOL, 2007, p. 3). Acreditava-se que o estudante durante a execução do experimento seria capaz de formular sozinho os conceitos, simplesmente por observar situações/fenômenos que poderiam ser explicadas pela elaboração dos mesmos, além de ideias abstratas.

Estas concepções insinuam que o fato de um fenômeno ser observável faz com que o conhecimento esteja pronto e possa ser extraído da natureza. No entanto, ao se observar um fato e recortá-lo para experienciá-lo em um laboratório, estamos criando um modelo idealizado, sem os interferentes do meio. Esta visão deixa de lado o fato de que para se utilizar a experimentação, é primordial o reconhecimento da Ciência como construto humano, sendo portanto factível de erros, dependente do contexto social e da cultura (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010).

Os conceitos científicos são abstratos e repletos de simbolismos que variam de acordo com a última, e este é “ formalizado através das teorias”, as quais, segundo Silva, Machado e Tunes, (2010) se concretizam a partir da explicação de fatos e fenômenos reais e expressos por uma linguagem própria: a linguagem científica. Apesar de serem baseados nos mesmos, sua construção é feita considerando-se modelos criados para explicar os fenômenos. Entretanto, os modelos científicos são elaborados dentro de um contexto histórico, e a medida que o conhecimento evolui, aqueles sofrem alterações. Tomemos como exemplo o modelo atômico de Dalton. A partir dele, era possível explicar que existiam átomos diferentes, uma vez que possuíam massas diferentes. Entretanto, o mesmo modelo não podia explicar alguns fenômenos de natureza elétrica que eram conhecidos por Thomson.

Era necessário que o modelo de Dalton sofresse uma modificação. Não significa entretanto que este fosse errado, mas sim que era suficiente para algumas explicações, pertinentes ao momento histórico que propiciou seu estudo. Todavia, não era suficiente para explicar outros fatos averiguados posteriormente aos que ele realizou. Observe que, apesar de o modelo de Thomson trazer alguma elucidação a respeito de alguns fenômenos elétricos, o de Dalton não deixou de ser suficiente para explicar as diferenças entre os tipos de átomo. O conhecimento científico constantemente se refaz, sendo definido/considerado como um conjunto de verdades transitórias. Essa visão da ciência poderia ser trabalhada com os alunos uma vez que fossem feitas considerações a respeito do que o aluno já conhece sobre determinado assunto: partindo-se disto, o professor poderia conduzi-lo a uma transformação do conhecimento por meio da experimentação. Estas considerações não eram feitas pelos professores nas aulas experimentais praticadas em 1960.

A partir da década de 70, novos olhares para o ensino de Ciências modificaram a visão sobre a experimentação: o uso desta passa a se justificar pelo seu papel na construção do conhecimento e sua relação com a estrutura da Ciência, que passa a ser vista como construção humana (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010).

Este enfoque é valorizado pela tentativa de se introduzir nas escolas a noção da verdadeira Natureza da Ciência: o seu caráter investigativo e sua constante transformação. Passou-se a buscar a utilização, em sala de aula, de atividades experimentais que possuíssem este caráter. Estas são atividades que objetivam problematizar situações cotidianas, contextualizando as mesmas com os conteúdos a serem trabalhados. Para que isto seja alcançado, o professor deve considerar os conhecimentos e noções prévias dos alunos, na tentativa de transformá-los, assim como a Ciência se recicla constantemente. Matos e Valadares (2001) afirmam que a sondagem inicial por parte do professor “proporciona-lhe conhecimento e compreensão dos interesses e dificuldades dos seus alunos e, com isso, sai bastante enriquecido e em condições de contribuir mais e melhor para introduzir melhorias no processo de ensino e aprendizagem” (p. 236). As atividades investigativas devem também recorrer a conhecimentos correlatos de outras áreas do saber para promover a reflexão. Conforme Giordan (1999):

Tomar a experimentação como parte de um processo pleno de investigação é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de ciências, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas. (GIORDAN, 1999, p. 44).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), documento de 1998, a experimentação deve ser uma atividade que proporcione melhorias na aprendizagem, uma vez que deve garantir espaço para problematização de situações cotidianas, discussão de ideias e reflexão. (BRASIL, 1998).

Apesar de ter se passado mais de 40 anos que a visão de John Dewey foi proposta, e de alguns esforços por parte do governo no que diz respeito à produção de material didático e de capacitação de professores, as escolas dos dias atuais perduram em uma metodologia que não difere da de 1960. Frequentemente a experimentação tem sido utilizada como elemento demonstrativo e ilustrativo, desconectado da investigação. Sabendo das diretrizes do PCN, muitos educadores buscam inserir a experimentação em suas aulas, porém, os próprios o

fazem de maneira errônea ao limitar-se a realizar experiências chamativas, como descreve Guedes (2010):

É comum entre os alunos a idealização do laboratório como sendo um espaço de muitas vidrarias e substâncias perigosas e o anseio por experiências que provoquem explosão ou liberem fumaças coloridas, criando, desta forma, obstáculos à aprendizagem de conceitos por desviar a atenção para os aspectos fenomenológicos. (GUEDES, 2010, p. 5)

Uma aula prática meramente demonstrativa prega um caráter empirista-indutivo, que veicula a concepção de conhecimento científico como sendo estanque e inquestionável. Muitos professores preferem se ater a realizar experiências atribuindo-lhes um caráter comprobatório: são realizadas para “provar” que a teoria em estudo está correta. Isso, ao nosso ver, promove “uma desvalorização do caráter criativo do trabalho científico” (ROSITO, 2000, p. 201).

Segundo Silva, Machado e Tunes (2010) “não é incomum, entre professores, a ideia de que a atividade experimental tem a função de concretizar para o aluno as formulações teóricas da ciência, que por isso facilitaria a aprendizagem”. (p.237). As atitudes dos professores que utilizam as aulas experimentais com esse propósito parecem insinuar que esta tem um menor grau de complexidade e abstração do que uma aula teórica (ZANON, 2012).

Entretanto, é importante ressaltar que tanto a experiência feita em sala de aula, ou em um laboratório, não tem a função de tornar o conhecimento concreto, nem de comprovar as teorias. Muito pelo contrário: a experimentação na verdade, distancia o homem do mundo concreto. Partindo-se da perspectiva investigativa, esta torna-se uma ferramenta para promover a problematização e contextualização em situações cotidianas, bem como auxilia nas relações entre teoria e prática, construção de conceito e significação (ZANON, 2012). Experimentar exige que o aluno associe conceitos a fenômenos, e isto só pode ser atingido pela ação mediadora da linguagem, a qual, em se tratando de ciência, é muito própria e abstrata.

O material didático também não contribui para que a investigação seja promovida: os alunos recebem roteiros a serem seguidos, como receitas prontas. Estes já contêm as informações necessárias para que o experimento “dê certo” e, muitas vezes, até mesmo a resposta para uma questão que fora proposta para investigação. Alguns materiais didáticos chegam ainda a explicar o fenômeno que deveria ser observado antes mesmo de o experimento começar. Segundo Zanon (2012). Esses roteiros “prontos” tendem a promover o

mero levantamento de dados experimentais, contudo, sem estimular a avaliação ou a atribuição de significado/sentido para os mesmos, sem a reflexão.

Há ainda questões levantadas pelos professores quanto aos inconvenientes das aulas experimentais: enquanto muitos docentes reclamam da ausência de um laboratório nas escolas, o discurso de outros está nos frequentes obstáculos para se realizar experimentos em aulas de química, como: são necessários regentes e vidrarias especializadas; há o tempo “perdido” no deslocamento dos alunos da sala de aula para o laboratório; demanda tempo, técnicos nos laboratórios, dentre outras dificuldades. Algumas destas, só podem ser contornadas pela escola, como por exemplo, a existência de um técnico. Entretanto, em sala de aula existem outras situações a serem consideradas: evitar que os alunos quebrem os materiais, manter a atenção dos alunos durante aquele tempo dentro do laboratório e fazer uma experiência que contenha um caráter macroscópico que possa ser observado. Para minimizar estes “problemas” muitos professores adotam determinados critérios de seleção para seus experimentos, segundo descreve um professor de química:

Os critérios para seleção dos experimentos eram basicamente: a adequação ao tempo de aula e o efeito visual que despertaria a curiosidade e o interesse dos estudantes. Considerava também importante que os experimentos não gerassem resultados duvidosos, pois os erros não seriam trabalhados, dando mais ênfase aos procedimentos em detrimento das conclusões e das reflexões. Observava, então, que a maioria dos alunos sentia dificuldade em argumentar e procuravam por respostas antes mesmo de tentar caminhos para obtê-las. Eles não compreendiam o objetivo e a razão dos experimentos, sendo incapazes de estabelecer conexão entre o que estavam fazendo e o que estavam aprendendo, e seguiam o procedimento como “receita de bolo”. (GUEDES, 2010, p. 5)

Acredita-se que isto acontece porque, tanto os livros didáticos, quanto os professores utilizam a experimentação como estratégia comprobatória associada a uma metodologia reprodutivista, invertendo portanto, a ordem da construção do conhecimento científico. Hodson (1994) afirma que em um experimento a busca por encontrar um determinado resultado final compromete o desenvolvimento de atitudes científicas, já que o aluno pouco reflete sobre o experimento, apenas persegue um resultado.

A forma como as aulas experimentais têm sido conduzidas, reforça a ideia de que o conhecimento científico é algo incontestável. Esta metodologia confere às aulas práticas um caráter conteudista, ou seja, valoriza a “transmissão” de grandes quantidades de conteúdos e a execução de procedimentos práticos, em detrimento da real compreensão. A abordagem

demonstrativa aliada ao “conteudismo” nega a verdadeira Natureza da Ciência, ou seja, desvaloriza seu caráter investigativo, a descoberta, além de não promover o desenvolvimento do “pensar científico”, muito menos do senso crítico.

Zanon (2012) descreve em um relato de sala de aula, que para uma experiência de laboratório, os alunos receberam uma lista de tópicos a serem pesquisados em casa. Estes estavam relacionados com um experimento que estava por vir. No dia de realizar o experimento, o professor responsável iniciou a aula questionando aos alunos sobre os tópicos pesquisados. Foi possível verificar, primeiramente, que poucos realmente fizeram a atividade extraclasse proposta. Seguiu com a realização do experimento. Após isto, voltou a arguir os alunos, desta vez objetivando que os conceitos pesquisados fossem aplicados às observações. Duas constatações chamaram atenção. Primeira: apesar de os alunos pesquisarem os tópicos relativos ao experimento, quando arguidos sobre a relação do tema pesquisado com o fenômeno observado, não a encontravam: pareciam ser situações desconexas. Tal fato nos leva a considerar que os alunos conseguem observar a prática que é realizada, mas que não conseguem enxergar o conceito que está por trás dela. Fourez (1995) afirma que quando observamos determinado fato ou fenômeno, implicitamente, utilizamos noções e teorias já existentes em nossas mentes para nos auxiliar na descrição, pois se não fizéssemos, não saberíamos como começar a descrever. Ele afirma “[...] só verei as coisas na medida em que elas corresponderem a determinado interesse. Quase que de maneira automática, eliminarei de meu campo de visão os elementos que não fazem parte daquilo que observo.” (FOUREZ, 1995, p. 40) Também afirma que quando não temos nenhuma teoria para explicar aquilo que observamos, utilizamos noções mais básicas que estão presentes em nossas mentes. “[...] uma observação é uma interpretação: é integrar uma certa visão na representação teórica que fazemos da realidade.” (FOUREZ, 1995, p. 40). Se os alunos conhecem os conceitos que são trabalhados, qual seria o motivo pelo qual eles não os associam com a realidade?

O que observamos no caso anterior é que, por mais que o aluno soubesse os conceitos fora de contexto, uma vez que ele necessita aplicá-los, não parece existir relação entre realidade e conhecimento científico. Para Zanon (2012) “Os conceitos são construídos ao permitir mudanças conceituais que se aproximam do conhecimento do aluno ao do científico atual e provisório em detrimento a confirmação de conhecimentos consolidados”. Não basta que o aluno saiba um conceito, é necessário que ele seja capaz de reconstruí-lo e relacioná-lo com a realidade, transformando-o em um elemento que faça parte do seu cotidiano.

A segunda constatação feita está no fato de que os alunos não estão acostumados a serem arguidos quanto ao sentido/razão de estarem realizando determinado procedimento: as atividades de laboratório quase sempre são voltadas para a coleta de dados e confecção de relatórios, mas não a promover a reflexão. Os alunos devem meramente observar que determinado conceito se aplica àquele fenômeno, mas não são instigados a relacioná-lo com o cotidiano. Zanon (2012) chama a atenção para o fato de que os professores, neste aspecto, não são bem preparados. Nos seus cursos de formação a prática tem muito maior ênfase do que na reflexão. Zanon (2012) apud Maldaner (2000) afirma:

Conforme Maldaner (2000), na maioria das vezes os professores não possuem preparação técnica específica para atuar em laboratório. Sem experiência, sentem-se inseguros para propor práticas eficazes e de qualidade ao ensino. Isso resulta num ensino de conteúdos isolados. (ZANON, 2012, p. APUD MALDANER, 2000, p.3).

Pode-se dizer que as práticas adotadas pelos professores reproduzem as mesmas das disciplinas experimentais de seus cursos de formação. Zanon (2012) ressalta que na verdade a origem verdadeira daquelas muitas reclamações dos professores a respeito de realizarem aulas experimentais está na falta de clareza dos mesmos em relação ao papel que a experimentação tem no aprendizado dos alunos. Também traz à tona um questionamento de suma importância: se por um lado, ainda é presente um ensino muito atrelado às aulas expositivas e experimentos demonstrativos, o que dizer a respeito das atividades práticas que não problematizam, e que tão pouco instigam os alunos a fazer questionamentos?

Segundo Zanon (2012), a função pedagógica da experimentação no ensino está na sua finalidade de ajudar os estudantes na compreensão dos conceitos sobre os quais os fenômenos se referem, auxiliando no papel investigativo, com vistas à significação conceitual”(p.1).

Primeiramente, o aluno deve ser capaz de atribuir a um determinado conceito, um fenômeno, promovendo assim a significação do conceito e assim, tomando posse dele. Mas Mortmer (2010) e Zanon (2012) afirmam que isso deve ocorrer não somente para um único conjunto de fenômeno, conceito e significado, mas também com novos fenômenos, novos conceitos e significados. Também, uma vez que o aluno atribuiu significado aos conceitos, ele deve ser capaz de verificar que os novos significados não são completamente estranhos, mas que advém de outros anteriores. Dessa forma, o aluno retoma o conceito e o transforma, aplicando-o quando necessário, realizando portanto, uma ressignificação conceitual e a chamada apropriação progressiva. Acredita-se que dessa forma, a aprendizagem foi mais efetiva.

Contribui para esta concepção as ideias de Matos e Valadares (2001), na qual os autores destacam, como características deste momento, que a apropriação do conhecimento é um processo ativo, onde o aluno é protagonista. Sugerem ainda, que para melhorar a aprendizagem, os alunos devem dialogar entre si e com o professor, cujo papel é de promover as discussões, diferente de outrora, onde era considerado um transmissor de conhecimento.

Nesse mesmo enfoque, Azevedo (2003) complementa que o ensino por investigação deve levar a construção de conceito pelos alunos ao invés entregá-los prontos para estes. Para tanto, as condições que levam a esta construção devem ser permeadas por situações desafiadoras que promovam o diálogo entre alunos e professores, bem como à solução de problemas. Esta visão valorizar o raciocínio construído pelo aluno e não somente a busca por um resultado, uma vez que esta não necessariamente promove reflexão. Matos e Valadares (2001) assinalam que o aluno é um “elemento estruturante e estruturador da própria aprendizagem”. Afirmam que o processo de aprendizagem é individual, mas também propõe que haja a “construção colaborativa do conhecimento através da negociação social e não a competição individual pela classificação”. Significa que apesar de ser um processo no qual cada indivíduo deve buscar a aprendizagem, da sua própria maneira, contribui para que seja alcançada por meio do diálogo, com outros alunos e com o professor. Afirmam ainda que uma sala de aula com um professor que promove o debate entre os alunos, permite a esta se torne um “ambiente de trabalho de cooperação ao nível do grupo e ao nível da turma, e em que a avaliação está perfeitamente integrada na aprendizagem possuindo um forte componente formador” (p.236), pois o professor está presente, sendo assim capaz de averiguar de forma mais fidedigna o progresso individual dos alunos.

Tudo o que foi dissertado anteriormente converge para a afirmativa: para que a experimentação seja efetivamente um instrumento para melhorar o aprendizado dos alunos, ela deve estar permeada pelo cotidiano, abranger o fenômeno e ser traduzida/ mediada pela linguagem química. Também não adianta para o aluno participar de uma atividade experimental se não houver espaço para uma discussão teórico-prática que vai além dos aspectos fenomenológicos. Isto chama a figura do professor questionador, problematizador, que consegue levar a experimentação (seus objetivos) para o âmbito extraescolar e instiga o aluno a fazer o mesmo, buscando a constante ressignificação dos conceitos para os alunos (Zanon 2012). Este professor, entretanto, atua auxiliando os alunos nas discussões, mediando a linguagem cotidiana com a científica, e conduzindo os alunos na elucidação dos fenômenos

e na ressignificação de conceitos à luz das teorias científicas. Para Mortimer (2010) “o aluno está aprendendo quando ele coloca a palavra dele em diálogo com a do professor” (p. 185).

Mortimer (2010) assinala que “as construções híbridas vão se caracterizar pela presença da linguagem científica, constituída pelas nominalizações, e pela cotidiana, que fornece elementos de contexto para facilitar o entendimento da explicação científica” (p.191). Essas “construções híbridas” são aquelas que unem o que o aluno sabe de seu cotidiano e o que ele aprende em sala de aula. Sendo que, quem deve auxiliar o aluno a unir essas duas partes é o professor, sem entretanto entregar as respostas prontas. Para Zanon (2012) “Os conceitos são construídos ao permitir mudanças conceituais que se aproximam do conhecimento do aluno ao do científico atual e provisório em detrimento a confirmação de conhecimentos consolidados”

Mortimer (2010) afirma que “a produção de conhecimento em Ciências da Natureza e suas Tecnologias resulta sempre de “uma relação dinâmica/dialética entre experimento e teoria, entre pensamento e realidade, relação que só é possível através da ação mediadora da linguagem” (SILVA; ZANON, 2000). Sobre isto, as autoras ressaltam que três aspectos devem ser contemplados nas aulas de Ciências: o fenômeno, a linguagem e a escrita, sendo que não podem estar dissociados uns dos outros, pois o aluno não deve relacionar a teoria com a prática somente em sala de aula, mas também com sua realidade. “É porque as linguagens são diferentes que é possível e é preciso dialogar. Pois, “a aprendizagem das ciências é inseparável da aprendizagem da linguagem científica” (MORTIMER, 2010, p.186).

É necessário, para tal, que a abordagem do professor seja investigativa, porém o professor não é o protagonista principal, mas sim o aluno. Aquele deve ser um agente problematizador, instigando e conduzindo os alunos durante as discussões, sem, portanto, deixá-los sozinhos, mas gradualmente lhes conceder mais autonomia, uma vez que o desenvolvimento cognitivo do aluno se intensifica (ZANON, 2012).

As atividades práticas são essenciais para o ensino justamente por favorecerem a interação de professores e alunos em um espaço propício para a investigação, construção de conceitos e ressignificação. Entretanto, essas relações somente são proveitosas uma vez que, não somente o professor saiba conduzir suas aulas em uma perspectiva investigativa, mas também que os alunos participem ativamente desse processo, não somente “estudando em casa”, mas refletindo a respeito dos conceitos estudados, reavaliando sua postura como estudante, o qual não deve apenas reproduzir roteiros práticos nem somente aceitar os fatos e teorias, mas sim que questioná-los e refletir sobre eles e sua relação com o cotidiano. Segundo

Matos e Valadares (2001), a abordagem investigativa, aliada à experimentação, quando conduzidas adequadamente

“alertam os alunos para a necessidade de procurarem alicerces sólidos, de confirmação ou não, para muito daquilo que pensam saber. De alguma forma combatem o seu dogmatismo natural, prevenindo-os contra a ideia de que são detentores da verdade absoluta, e que, portanto, têm que admitir que podem estar enganados acerca de muitos dos conhecimentos que têm como certos”. A nosso ver, dessa forma, é possível estimular a reflexão e ressignificação dos conceitos pelo aluno. (p. 237)

Acreditamos, que uma vez que a experimentação adequadamente conduzida pelos caminhos da investigação, podem melhorar o aprendizado, estimular a reflexão e formar alunos providos de maior senso crítico. Dessa forma, os objetivos para as aulas de ciências estarão mais próximos de serem atingidos.

PIGMENTOS E CORANTES

Diversos materiais utilizados no dia-a-dia possuem coloração: papéis, plásticos, tecidos e cosméticos. Quimicamente, para um composto possuir coloração ele deve ser apresentar em sua estrutura grupos os chamados grupos cromóforos, ou seja, estruturas que possibilitem a absorção de radiação eletromagnética na faixa da radiação visível. Este grupo caracteriza-se pela presença de ligações duplas conjugadas. Entretanto, a coloração observada não é aquela apresentada pela radiação absorvida, mas sim pela que é refletida, a chamada cor complementar. Existem diferentes compostos utilizados para promover este efeito. Genericamente, compostos que conferem cor são denominados colorantes e estes são divididos em os pigmentos e os corantes. Apesar de rotineiramente estes termos serem utilizados indiscriminadamente, existem diferenças entre os mesmos.

Segundo Saron e Felisberti (2006), a diferença entre pigmentos e corantes está, basicamente, no tamanho de partícula e relacionado com a solubilidade do composto no meio em que será inserido. Geralmente, os corantes são solúveis na matriz de aplicação, e os pigmentos são insolúveis. Os autores afirmam também que a solubilidade está ligada a presença de grupos químicos que favoreçam interações entre a molécula de colorante e o meio onde ele é aplicado. Ou seja, um composto em determinado meio, pode ser considerado um pigmento, ou corante, não sendo portanto uma atribuição absolutamente fixa. Quanto ao tamanho da partícula, acredita-se que os corantes possuem estruturas menores, e os pigmentos, estruturas maiores.

Os colorantes são compostos que existem em abundância, podendo ser naturais ou sintéticos, e faz-se necessário classificá-los e nomeá-los. Esta última tarefa não é trivial, uma vez que, muitos não possuem uma estrutura bem definida, sendo moléculas bastante complexas e por vezes apresentam diversos grupos funcionais. Por este motivo, dificilmente um colorante será nomeado pela nomenclatura oficial (PINHEIRO, 2011). Nomes comerciais são utilizados/ empregados para discriminar um colorante. Uma dificuldade presente nesta forma de nomeá-los é o fato de que muitos fornecedores atribuem nomes comerciais diferentes para o mesmo composto. Para sistematizar a identificação dos colorantes utiliza-se

o *Colour Index* (CI), publicação da *American Association of Textile Chemists and Colorists* e da *British Society of Dyers and Colorists*, onde uma lista composta por nomes e números foi elaborada para identificar os diversos colorantes.

Quanto à classificação, vários critérios e propriedades podem ser utilizados para montar uma matriz de classificação, resultando em diversas maneiras para fazê-lo. Considerações a respeito da solubilidade aparentam ser consenso. Outras propriedades também são utilizadas na classificação de pigmentos e corantes. A distribuidora de colorantes Cromex também utiliza determinadas propriedades como divisor de categorias, como o índice de refração, o poder tintorial (capacidade de conferir uma coloração mais intensa) e a solidez à luz (capacidade de evitar a “transmissão” da luz através do material corado). Baseado nestas características, são considerados corantes os compostos orgânicos de baixo índice de refração, e que possuem alto poder tintorial, brilho e uma solidez variável em relação a luz (CROMEX, sem ano). Já os pigmentos são compostos com alto índice de refração e baixo poder tintorial. Estes são ainda divididos em orgânicos e inorgânicos, de acordo com suas classes químicas/estruturas. Quanto às características, os orgânicos apresentam bom poder tintorial, brilho e transparência; já os inorgânicos, são opacos, apresentam cores bastante sólidas e solidez à luz.

Segundo Veloso (2012) os pigmentos inorgânicos, também chamados de pigmentos minerais, podem ser obtidos a partir de compostos de diferentes classes, como os óxidos, os sulfetos, os carbonatos, os cromatos, os sulfatos, os fosfatos e os silicatos de metais. Muitos pigmentos orgânicos são encontrados na natureza em células dos seres vivos, como porfirinas e os flavonóides, e os carotenoides, de onde costumavam ser extraídos (PINHEIRO,2011).

Saron e Felisberti (2006) mantiveram uma maneira mais sucinta de classificá-los: conforme descrito anteriormente, se um composto é solúvel na matriz de aplicação, ele é considerado corante, e se insolúvel, pigmento. Quanto às suas estruturas, podem ser divididos em orgânicos e inorgânicos. Afirmam que “os colorantes inorgânicos são representados principalmente por complexos de metais de transição” (SARON e FELISBERTI, 2006, p. 125). Ressaltam, entretanto, que “apesar de quase todos os metais de transição serem capazes de formar substâncias coloridas, nem todas podem ser utilizadas como colorantes” (p. 125). Existem ressalvas quanto à utilização de alguns colorantes inorgânicos devido à toxicidade relacionada com alguns metais de transição (VELOSO, 2012)

Quanto ao colorantes orgânicos “duas estruturas básicas definem os principais grupos de colorantes orgânicos: os do tipo azo e os policíclicos. Os colorantes do tipo azo têm em

comum o grupo (-N=N-) e são subdivididos em monoazo, diazo, β -naftol, naftol AS, azo toners, benzoimidazol, diazo de condensação, azo complexado com metais e isoindolinona/isoindolina. Os colorantes policíclicos são caracterizados por sistemas de anéis aromáticos condensados ou heterocíclicos e são subdivididos em ftalocianinas, quinacridonas, perilenos e perilonas, dicetopirróis e pirróis, tioíndico, antrapirimidinas, flavantronas, pirantronas, antrantonas, dioxazinas, triarilcarbonil e quinoftalonas.” (SARON e FELISBERTI, 2006, p. 125)

Outra maneira de se classificar os colorantes faz menção a forma como estes são utilizados, e em qual substrato são aplicados. Sendo que um dos primeiros usos de colorantes ao longo da História se deu e grande parte à coloração de fibras têxteis, e que, nestas, são empregadas majoritariamente os corantes, a classificação destes pode ser feita de acordo com a forma como estes são fixados à fibra têxtil. Dessa forma, os corantes podem ser classificados em: reativos, diretos, azóicos, ácidos, à cuba, de enxofre, dispersivos, pré-metalizados e branqueadores. A Tabela 1 presente nos Anexos apresenta características presentes nas estruturas de cada um dos tipos de corantes segundo Guarantini e Zanoni (2000).

Semelhantemente à indústria têxtil, a Associação Brasileira de Química considera a classificação dos colorantes de acordo com as classes químicas e a sua finalidade, ou seja, a que aplicação são destinados. Assim também faz o Colour Index. Nos anexos, encontram-se as tabelas 2 e 3, as quais relacionam a classe química do colorante com o seu campo de aplicação e a classe química com a utilização em função do substrato, respectivamente.

A medida que os corantes e pigmentos são utilizados para diferentes finalidades, novas formas de classificá-los surgem. Por exemplo, para a indústria de tintas, os pigmentos são divididos em básicos e estendedores: pigmento básico é aquele que confere a cor, seja o branco ou outra. Os estendedores são aqueles que conferem volume, aumentam a resistência da tinta à abrasão, a fixação do pigmento na superfície onde será aplicado, etc. Já os corantes são veículos onde o pigmento é disperso; classificação dada pela Paint Quality Institute. (VELOSO, 2012). Assim também ocorre para outros setores como o alimentício e a indústria de plásticos.

Pigmentos orgânicos são muito utilizados em vernizes e tintas. São menos tóxicos que os inorgânicos, e por isso abundantemente aplicados em mais tipos de indústrias como a automotivas e cosméticas, em plásticos e polímeros destinados a produtos de utilidades domésticas, e brinquedos. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA,

2011). Entretanto, a utilização de colorantes depende da fixação deste no material, e esta é determinada pelo tipo de interação existente entre estes. No que diz respeito aos plásticos e polímeros, Saron e Felisberti (2006) relacionam diversos tipos de pigmentos orgânicos e inorgânicos e suas devidas compatibilidades com estes materiais poliméricos. Estas relações podem ser encontradas na tabela 4, presente nos Anexos.

Além dos pigmentos orgânicos e inorgânicos, existe um outro grupo de compostos que compõe outra classe de pigmentos: os especiais. São aqueles que proporcionam efeitos visuais diferenciados, além das características básicas, como brilho e solidez. (FORSCHER, sem ano). Estes são divididos em outros seis tipos: fluorescentes, fosforescentes, termocrômicos, fotocrômicos, de interferência e, com fragrância.

Os pigmentos fotocrômicos são aqueles que mudam de cor ao serem expostos a radiação ultravioleta. A intensidade da mudança na coloração é proporcional (até certo ponto) a intensidade da radiação incidente. A alteração de cor é reversível, voltando a coloração inicial momentos depois de cessar a exposição à radiação. Esta propriedade torna esse tipo de pigmento interessante para a aplicação em brinquedos, camisetas, equipamentos de segurança, dentre outros. (FORSCHER, sem ano).

Os pigmentos com fragrância são aqueles que liberam aromas: uma essência é reservada em uma microcápsula, está é liberada no ambiente e, o aroma pode ser apreciado. A liberação da essência é controlada pela microcápsula. (FORSCHER, sem ano)

Os pigmentos fluorescentes e fosforescentes são aqueles que após receberem radiação UV, aparentam “brilhar no escuro” por um período de tempo, mesmo sem nenhum tipo de radiação ambiente. Há ainda os chamados pigmentos de interferência, que apresentam diferentes colorações a depender do ângulo em que o objeto colorido é observado. (FORSCHER, sem ano).

Os pigmentos termocrômicos são aqueles que apresentam mudanças de cor acarretadas por uma mudança na temperatura. Muitos objetos usam essa tecnologia para indicar atenção com bebidas quentes. Nesses objetos, a cor inicial volta quando o pigmento é resfriado. (FORSCHER, sem ano). As mudanças também tendem a ser reversíveis a medida que o objeto retorna a temperatura inicial. (FORSCHER, sem ano).

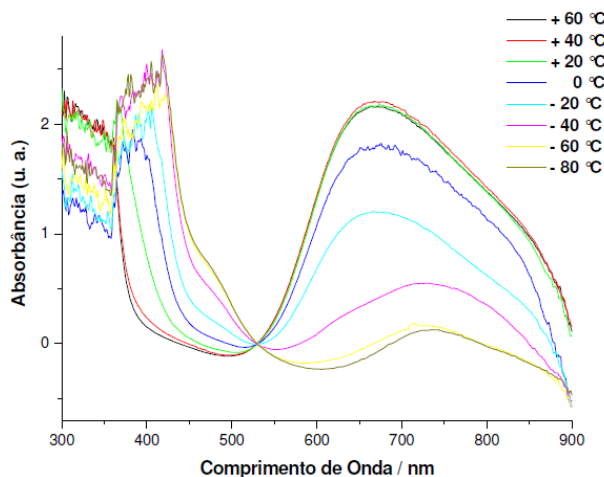
Neste capítulo fizemos uma breve revisão sobre os diversos tipos de pigmentos. No próximo capítulo abordaremos a termocromia para compreendermos como determinados brinquedos têm sua coloração alterada com a variação da temperatura, fator que poderá ser utilizado na interface Ciência, Tecnologia e Sociedade para o ensino de Química.

A TERMOCROMIA.

A termocromia faz parte de um grupo de fenômenos denominado cromismo. Este é caracterizado pela mudança de coloração de compostos em determinadas situações. A variação em parâmetros como o solvente, pH, temperatura, e outros fatores podem acarretar cromia, sendo que esta pode ser reversível, ou não.

A termocromia é a mudança na coloração de um composto provocada pela alteração da temperatura, podendo ser observada tanto em compostos orgânicos quanto inorgânicos. De acordo com Freitas (2008) a termocromia em compostos inorgânicos pode ocorrer, dentre outros motivos, por variações na esfera de coordenação do composto, bem como por reações reversíveis. Há ainda a possibilidade de mudanças na geometria molecular. Já nos orgânicos pode ocorrer devido a reações químicas reversíveis, rearranjos moleculares ou mudanças conformacionais (AKISHINO, 2014).

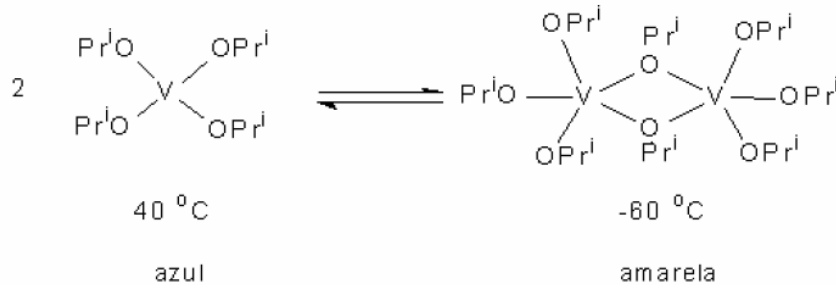
Ao estudar o comportamento de complexos alcóxido de vanádio, Freitas (2008) mostrou por meio da espectroscopia de absorção molecular a variação dos comprimentos de onda absorvidos por um complexo termocrômico de vanádio em diferentes temperaturas. O espectro obtido pelo grupo de pesquisa é apresentado a seguir.



Espectros eletrônicos de alcóxidos de Vanádio (IV) (FREITAS, 2008, p. 4).

No caso estudado, o grupo de pesquisa acredita que a mudança de coloração ocorra por um mecanismo em equilíbrio de agregação: quando em temperaturas mais baixas, o complexo em estudo possui uma estrutura binucleada, enquanto em temperaturas mais

elevadas, o complexo forma uma estrutura com apenas um núcleo metálico. A primeira possui coloração amarelada e a segunda, azulada.

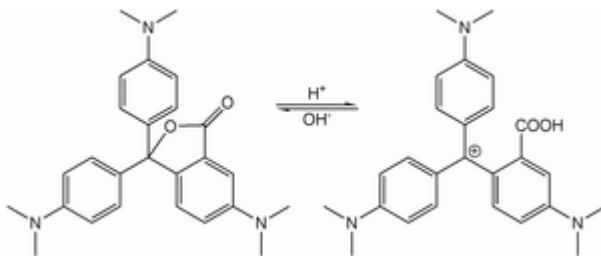


Mecanismo proposto para a resposta termocrômica (FREITAS, 2008 p. 5)

Os compostos termocrômicos podem ser divididos em diferentes classes, dentre as quais alguns exemplos são os cristais líquidos e os corantes leuco. Os primeiros são fluidos cuja organização das moléculas encontra-se em uma fase intermediária entre o estado sólido e o líquido. Os cristais líquidos frequentemente são ditos em mesofase e as moléculas, mesógenos. Podem ser divididos em três classificações: esméticos, nemáticos e colestéricos. Os nemáticos têm por característica que seus mesógenos são orientados em relação a direção de um eixo comum, denominados diretor. Entretanto, o posicionamento de um mesógeno em relação ao outro não apresenta regularidade. Já os esméticos tem sua organização em camadas bem determinadas, porém dentro da mesma camada, as posições dos mesógenos não apresentam regularidade. Os colestéricos apresentam uma organização semelhante à dos nemáticos, entretanto também apresentam uma organização em maior escala: os mesógenos estão arranjados formando macroestruturas helicoidais. Neste caso, as moléculas apresentam centros quirais, o que favorece interações intermoleculares de forma a “torcer” a macroestrutura, gerando a hélice. Mudanças na conformação da hélice podem provocar diferenças no espalhamento e reflexão de uma radiação que incida sobre o cristal líquido. Essa alteração pode ser causada pela temperatura, resultando na reflexão de diferentes comprimentos de onda. Se a radiação incidente for na faixa do visível, o aquecimento pode resultar a reflexão de diferentes cores. Este princípio está presente em diversos materiais que são utilizados em nosso dia a dia, como nos displays de celulares, computadores, laptops, televisores, relógios digitais, etc. Nestes dispositivos, a mudança de temperatura é controlada e ocasionadas pela corrente elétrica (ELY, 2007)

Os corantes leuco são definidos como um corante que apresenta duas formas, uma colorida e uma incolor. Frequentemente, refere-se a este composto como cromogênico. Para um composto orgânicos apresentar coloração, em sua estrutura devem estar presentes insaturações conjugadas. A radiação eletromagnética que incide sobre as ligações fornece energia para os elétrons, que estão no estado fundamental, levando-os para o estado excitado. Durante a relaxação, a energia que fora absorvida é liberada. Se energia absorvida corresponder a um comprimento de onda na faixa do visível, a molécula apresentará cor. Entretanto, a cor observa é a complementar à absorvida.

Diversas moléculas apresentam várias insaturações, sem no entanto possuírem coloração. Este fato se deve a algum grupo na molécula que impeça a conjugação destas ligações. Por vezes, esta pode ser obtida pela variação de parâmetros como pH, temperatura, mudanças conformacionais e reações reversíveis. Muitos corantes se apresentam na forma leuco em determinado pH, e em outro, possuem coloração. Um exemplo de corante leuco é a lactona cristal violeta, cuja estrutura está representada na figura a baixo.

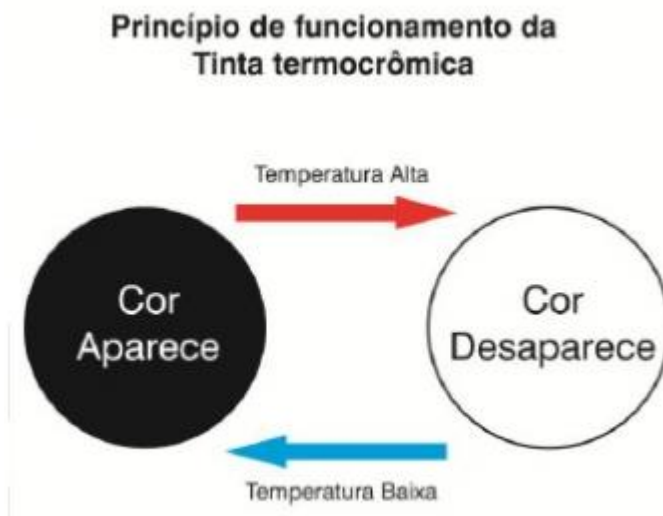


Representação do equilíbrio ácido-base da lactona cristal violeta. O éster é a forma leuco e o ácido carboxílico apresenta coloração. Fonte: sítio Howstuffworks.

O grupo éster impede a conjugação, entretanto em meio ácido, há a formação de uma carboxila. A nova estrutura apresenta a conjugação das insaturações, produzindo um efeito visual corado. O efeito é revertido pela neutralização do meio ácido.

As propriedades dos compostos termocrômicos são atraentes para diversos tipos de indústrias e esses compostos passaram a ser bastante utilizados para inovar a aparência de produtos rotineiros, como cerâmicas, camisetas, canecas e brinquedos. Freitas (2008) menciona as janelas inteligentes, nas quais um gel contendo pigmento termocrômico é aplicado entre duas camadas de vidro. A medida que a temperatura interna do recinto que contém a janela aumenta, o pigmento presente no gel escurece, diminuindo a incidência de radiação eletromagnética para o interior, provocando o resfriamento. A medida que o recinto esfria, o pigmento retorna à forma transparente, permitindo a incidência de radiação para o interior do recinto. Além destas aplicações outras ainda podem ser citadas. Pippi (2010)

relatou a utilização destes compostos na indústria têxtil, como a Hypercolor nos anos 80, inovou as camisetas ao utilizar estes pigmentos para produzir novos efeitos visuais. Cita também os termômetros em “tiras”, que eram materiais impregnados de pigmento termocrômico. Uma vez que entrassem em contato com a pele, acima de 37°C, mudava de coloração, indicando febre. A figura abaixo ilustra o funcionamento de tintas que possuem pigmentos termocrômicos.

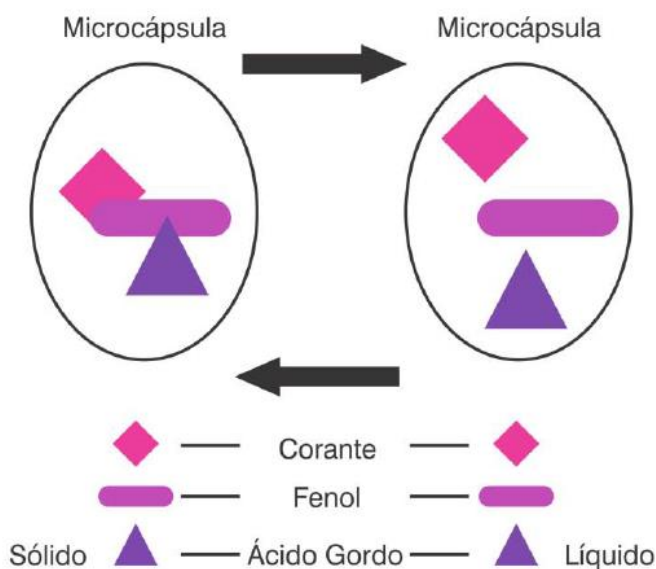


FONTE: Pippi, 2010, p. 68

Em particular, a aplicação de pigmentos em materiais poliméricos, como os plásticos dos quais são feitos os brinquedos, e as fibras têxteis, tanto naturais quanto sintéticas, exige que ocorra a interação do pigmento com a matriz polimérica, entretanto, pigmentos são, por definição, insolúveis nas mesmas. Na indústria têxtil, este “problema” era corrigido ao se utilizar adesivos que continha o pigmento. Entretanto, a medida que o têxtil era submetido à lavagem, o adesivo se desprendia. (ZANONI,2000). Já no caso dos brinquedos, para proporcionar o efeito colorante no polímero são utilizados os chamados *masterbatches*, que são produtos que contém o colorante, geralmente em grandes quantidades, já disperso em um veículo compatível com o polímero (CROMEX, sem ano).

Entretanto, para se utilizar os pigmentos termocrômicos, tecnologias adicionais são necessárias: a microencapsulação. O pigmento encontra-se dentro de uma microcápsula que, ao ser aquecida, ou resfriada, permite a visualização da mudança de cor, ou sua supressão. Vários métodos podem ser utilizados, bem como os insumos são variados. Nos pigmentos encapsulados vendidos comercialmente, três componentes estão presentes na cápsula: o leuco

corante, um solvente orgânico que mude de fase, e um composto desenvolvedor (revelador/supressor) da cor (Howstuffworks). O solvente é um composto que encontra-se sólido até que o aquecimento promova a mudança de seu estado de agregação para a fase líquida. Neste momento, duas situações são possíveis: o pigmento encontra-se na forma leuco e o solvente solubiliza o pigmento e o revelador, permitindo que ocorra uma reação entre eles que torne a estrutura na forma leuco para a forma colorida. Durante o resfriamento, o solvente solidifica e impede que a reação ocorra. A segunda possibilidade é aquela em que o pigmento apresenta coloração quando o solvente está na fase sólida e, o aquecimento e solubilização deste com o supressor, promove a reação entre os dois e, a molécula resultante não apresenta cor (AKISHINO, 2014). Um composto que pode atuar como revelador é o fenol e um possível solvente são os ácidos graxos, conforme ilustra a figura abaixo.



Microcápsula e seus componentes. Fonte: Sítio PIBID Química Unicamp

As microcápsulas possuem diâmetros de aproximadamente 6 micrômetros e são aplicadas em um veículo compatível com o polímero. Essa tecnologia tem sido utilizada também na indústria têxtil, o que aumentou a vida útil de seus produtos.

A seguir passaremos a abordar como podemos utilizar os termocrômicos como temática para o ensino de química.

OS BRINQUEDOS E O ENSINO DE QUÍMICA CONTEXTUALIZADO

Propomos dois experimentos para serem realizados em atividades experimentais com alunos do ensino médio:

Experimento com uma calculadora

Experimento com os carrinhos da hot wheels

EXPERIMENTO 1

Título – Calculadoras e televisores podem mostrar uma imagem sem estarem ligados a um circuito elétrico?

O que tem em comum uma calculadora e uma televisão?

Contexto:

De televisores com displays de Liquid Crystal Displays (LCD) para imagens em alta definição até as calculadoras e relógios digitais de preços bastante acessíveis, a tecnologia das cores tem se mostrado bastante presente no cotidiano dos brasileiros, sejam eles jovens ou adultos. Apesar de estes bens de consumo serem largamente utilizados, poucos se questionam sobre como eles funcionam. Sabe-se que em ambos os casos, um fenômeno elétrico é necessário para fazê-los funcionar, mas que efeitos essa eletricidade provoca nas moléculas do constituinte de forma a promover este efeito visual?

Materiais

Uma calculadora

Um secador

Opcional: um ferro de solda

Procedimentos

Abra a tampa traseira da calculadora. Na parte superior do display, existem alguns terminais que o conectam ao circuito eletrônico. Retire o display de LCD da estrutura. Aqueça o display utilizando o secador de cabelos por um minuto. Desligue o secador e observe. Aguarde 30 segundos e repita o procedimento. Observe.

Após utilizar o secador, utilize um ferro de solda para aquecer pontualmente alguns terminais. Apenas encoste gentilmente a ponta do ferro no terminal desejado e observe. Cesse o contato do ferro com o terminal e observe. Repita o procedimento mais uma vez.

Observações macroscópicas

Ao aquecer o display com o secador, observamos que toda a extensão do display muda de cor: passa de incolor a preto. Ao cessar o aquecimento, a coloração escura começa a desaparecer. Após os trinta segundos, o display retorna a coloração inicial. Ao aquecê-lo novamente, observamos a mesma mudança: uma coloração escura volta a aparecer por todo o display e volta a cor original, lentamente, ao cessar o aquecimento.

Segunda parte: quando utilizamos o ferro de solda, observa-se no display um escurecimento na região ligada aos terminais cujas extremidades foram aquecidas. Após cessar o aquecimento, as áreas que estavam escurecidas, gradualmente perderam a coloração. Com a repetição do aquecimento, ocorre o escurecimento da mesma área e, ao cessá-lo esta perde a coloração novamente.

Interpretações microscópicas

Os displays das calculadoras são constituídos de um polímero que reserva um cristal líquido. Estes são fluidos que se encontram em um estado de agregação intermediário entre o sólido e o líquido. As moléculas que compõem os cristais líquidos presentes nos displays de calculadoras estão organizadas tridimensionalmente formando uma macroestrutura na forma helicoidal. Esta estrutura tem a capacidade de refletir e espalhar radiação eletromagnética. Quando a conformação da hélice é alterada, é possível que o índice de refração do fluido se altere, modificando a reflexão e espalhamento da radiação eletromagnética. Determinadas diferenças na reflexão da radiação promovem o aparecimento de coloração. No caso do display da calculadora, o fator que promove a mudança na conformação da hélice é a temperatura.

Expressão Representacional



Imagem: ELY (2007)

CTS

Os cristais líquidos estão presentes em quase todos os dispositivos eletrônicos que utilizamos em nosso dia-a-dia. Fazer uso destes materiais em atividades experimentais promove uma aproximação do conhecimento científico com a realidade do aluno. Este fato tem potencial para melhorar a aprendizagem uma vez que a atividade é conduzida da forma devida.

Para saber mais

ELY, F. Cristais líquidos colestéricos: a quiralidade revela as suas cores. Quím. Nova vol.30 no.7 São Paulo 2007

EXPERIMENTO 2

Título: Como mudar a cor de um brinquedo sem ter que pintá-lo

Contexto:

Ao compararmos os brinquedos coloridos existentes até a década de 60 com os atuais, percebemos que os primeiros não apresentavam uma aparência tão atrativa: os traços das bonecas eram bastante rústicos/grosseiros, a gama de cores era relativamente pequena além de os materiais com os quais os brinquedos eram confeccionados não apresentavam tanta maleabilidade, resistência e ao mesmo tempo, suavidade. Isso se deve dentre outros fatores, ao nível de desenvolvimento das tecnologias utilizadas para fixar os pigmentos nos materiais poliméricos, as quais não eram tão refinadas. A utilização de novos compostos e plásticos, além do desenvolvimento de novos métodos de fixação dos pigmentos permitiram não somente que uma gama maior de colorações pudesse ser utilizada, mas também que novos efeitos fossem proporcionados como brinquedos aromatizados, perolizados dentre outros variados. Uma das possibilidades que tem sido explorada pelas indústrias que fabricam brinquedos é a de mudança reversíveis na coloração dos brinquedos, os chamados *colour shifters*.

Materiais:

3 Carrinhos de brinquedo Hot Wheels da linha Colour Shifters

Copos de vidro transparentes

Água

Cubos de gelo

Água quente

Termômetros

Procedimentos:

Disponha os 5 copos transparentes um ao lado do outro. Dentro dos dois primeiros, adicione diferentes quantidades de gelo (por exemplo, no primeiro, um cubo; no segundo mais cubos) e complete com água de torneira. No terceiro copo, adicione água à temperatura ambiente e, finalmente no quinto, adicione água morna (temperatura de mamadeira) Em cada copo, coloque um termômetro, para medir a temperatura da água. Anote a temperatura marcada nos 5 termômetros. Mergulhe um carrinho no copo contendo apenas um cubo de gelo. Anote a temperatura e observe. Mergulhe o segundo carrinho no copo contendo água a temperatura ambiente. Anote a temperatura e observe. Mergulhe o terceiro carrinho no copo contendo água morna. Anote a temperatura e observe. Após estes procedimentos, retire o carrinho que estava no copo contendo a menor quantidade de gelo e mergulhe-o no copo contendo água a temperatura ambiente. Observe. Retire o carrinho que estava no copo contendo a maior quantidade de gelo e mergulhe-o no copo contendo água morna. Observe.

Observações macroscópicas

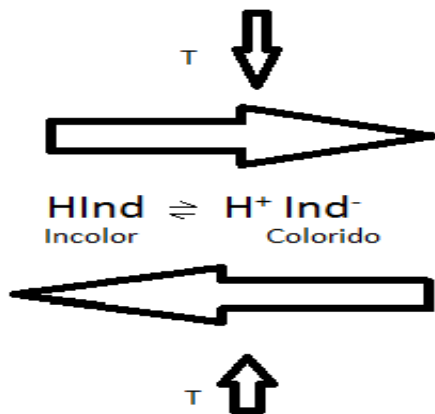
Ao mergulhar o carrinho no copo contendo água e uma pequena quantidade de gelo, observa-se que a coloração do carrinho muda lentamente e discretamente. Já no que foi mergulhado no copo contendo mais gelo, teve uma mudança de coloração semelhante a do anterior, porém mais pronunciada. No copo contendo água a temperatura ambiente, não foi observada nenhuma mudança, nem nos carrinhos mergulhados nos copos contendo água quente. Quando retiramos o carrinho que estava imerso em água gelada e o colocamos no copo contendo água quente, rapidamente a coloração que estava, quando gelado, se converte a original.

Interpretações microscópicas

Os corantes presentes nos carrinhos são os chamados corantes leuco. Estes são substâncias que apresentam uma coloração em determinadas condições e outra coloração em condições diferentes. Estas mudanças de cor ocorrem devido ao equilíbrio entre as formas leuco e colorida. O equilíbrio entre as duas espécies é alterado pela temperatura. Muitos corantes leuco também mudam de coloração por mudança de pH, o que lhes confere propriedades de indicadores ácido-base. A temperatura tem efeito na escala de pH, o que

confere termocromismo. Neste caso, a forma leuco é predominante nas temperaturas ambiente e superiores a esta. Já em temperaturas menores, a forma colorida é predominante. Quando mergulhamos o carrinho no copo contendo pouco gelo, observamos uma mudança muito discreta na coloração. Isto é explicado pelo equilíbrio: tanto a espécie leuco como a colorida estão presentes, entretanto, em menores temperaturas, a forma colorida é favorecida. Como a temperatura não era baixa o suficiente para deslocar o equilíbrio com maior intensidade, observamos uma mudança sutil. Já quando colocamos o carrinho no copo contendo mais gelo, estamos diminuindo ainda mais a temperatura da água, o que favorece a forma colorida. Assim, observamos uma mudança de coloração mais pronunciada. Quando retiramos o carrinho que estava imerso em água gelada, e o colocamos em água morna, rapidamente deslocamos o equilíbrio para a forma leuco, o que fez com que o carrinho mudasse de cor muito rapidamente.

Expressão representacional



CTS

Os carrinhos *colour shifters* são exemplos de como o equilíbrio químico e os fatores que o alteram são aplicados nas tecnologias utilizadas para produzir os bens de consumo utilizados em nosso dia a dia. Os conceitos de equilíbrio químico são bastante difíceis de serem trabalhados em sala de aula. Muitos alunos já tiveram contato com esse brinquedo, sem entretanto investigar a Ciência que está por trás de sua confecção.

Para saber mais:

<http://www.howstuffworks.com/gadgets/high-tech-gadgets/fabric-display2.htm>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando eu estava no ensino médio, tive acesso a laboratórios equipados, técnicos exclusivos para os mesmos, vidrarias específicas e reagentes caros. Sou ciente de que ter toda esta estrutura a minha disposição era um privilégio e que muitos outros alunos nunca o tiveram. Apesar de meu apreço pelas aulas experimentais, não posso deixar de reconhecer que ela era utilizada de forma errônea: a finalidade das aulas de laboratório não era a investigação, e a condução dada pelo professor enfatizava a confecção de relatórios ao invés da construção dos conceitos. A abordagem conteudista pode ser um fator considerável para o desânimo e desinteresse de meus colegas, e este fato continua a se repetir nas escolas atuais.

Acreditamos que a experimentação no ensino pode contribuir significativamente para o aprendizado dos alunos. Entretanto, uma realidade frequente nas escolas é a ausência de um laboratório, ou, quando este existe, encontra-se bastante incompleto, e termina por ser um espaço não aproveitado pelos professores. Quando possível utilizá-lo, frequentemente reclamam da falta de materiais e reagentes, das dificuldades técnicas que envolvem uma aula de laboratório, como a presença de um técnico ou monitor e vidrarias especializadas.

Apesar de as reclamações chamarem à atenção de fatos importante, consideramos a possibilidade de que não necessariamente um laboratório bem equipado é uma premissa para que as aulas experimentais auxiliem efetivamente no aprendizado. Buscamos com este trabalho mostrar que para utilizar a experimentação não são imprescindíveis reagentes caros e vidrarias especializadas. Os materiais utilizados para a execução dos experimentos propostos foram todos de baixo custo e podem ser realizados dentro de uma sala convencional, não necessitando de bancadas ou vidrarias específicas.

Os experimentos propostos buscaram trazer elementos do cotidiano, como os brinquedos e a calculadora. O objetivo é utilizar estes objetos para abordar os conceitos químicos e ao mesmo tempo mostrar como estes conhecimentos contribuem para a tecnologia

necessária para fabricá-los, e por fim, para que os alunos possam utilizá-los em seus cotidianos. Isto permite uma verdadeira interface Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Apesar de os experimentos serem de fácil execução, e utilizarem materiais de acessíveis, não se pode negligenciar um fato: a condução das aulas deve ser feita pelas vias da investigação, e isto depende tanto da abordagem do professor como da participação ativa dos alunos no processo. O professor deve ser um pesquisador, constantemente buscando novas possibilidades para serem exploradas em sala de aula, e este trabalho tem por objetivo auxiliar ao docente nesta busca constante de elemento motivadores. Entretanto, de nada adianta um experimento ser feito com materiais acessíveis se o professor não souber conduzir uma investigação. Ressaltamos o papel fundamental do professor auxiliador, problematizador, promotor de discussões e facilitador do diálogo.

Acreditamos que, uma vez que o professor realize uma condução adequada, as propostas de experimento apresentadas neste trabalho, podem auxiliar ao docente, acrescentando possibilidades para suas aulas. É imprescindível que o professor busque constantemente por novidades para os alunos e relacione os conteúdos com o cotidiano. Dessa forma, estaremos mais próximos de atingir aos objetivos propostos para a experimentação no ensino, e assim, auxiliando aos alunos em sua aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. Corantes e pigmentos. São Paulo, 2011. Disponível em:
<http://www.abiquim.org.br/corantes/cor_industria.asp>. Acesso em: 12.03 2014.

AKISHINO, J. Desenvolvimento e avaliação de sensor termosensível para detecção de aquecimento de conectores elétricos. UFPA, Curitiba, 2014.

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella. *Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula*. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson, 2003.

BACHELARD, Gaston. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MC/SEF, 1998.

Conselho Regional de Química IV Região. Corantes e Pigmentos. Disponível em:
http://www.crq4.org.br/quimicaviva_corantespigmentos

CROMEX. Os bastidores da cor. São Paulo, 2001. Disponível em:
<www.cromex.com.br/cromex_os_bastidores_da_cor.pdf>. Acesso em: dez. 2011.

Ely, F. Cristais líquidos colestéricos: a quiralidade revela as suas cores. *Quim. Nova*, Vol. 30, No. 7, 1776-1779, 2007

FORSCHER. Pigmentos com fragrâncias. São Paulo. Disponível em:
<http://www.forscher.com.br/com_fragancias.htm>. Acesso em: 02.03.2014

FORSCHER. Pigmentos de efeito. São Paulo. Disponível em:
<www.forscher.com.br/pig_efeitos.htm>. Acesso em: 02.03.2014

FORSCHER. Pigmentos fotocromicos. São Paulo. Disponível em:
<http://www.forscher.com.br/foto_cromicos.htm>. Acesso em: 02.03.2014

FORSCHER. Pigmentos perolados. São Paulo. Disponível em:
<http://www.forscher.com.br/efeito_perolizados.htm>. Acesso em: 02.03.2014

FORSCHER. Pigmentos termocromicos. São Paulo.. Disponível em:
<http://www.forscher.com.br/termo_cromicos.htm>. Acesso em: 02.03.2014

FOUREZ, Gerard. *A construção das ciências*. São Paulo: UNESP, 1995.

FREITAS, A. Aplicação de métodos de mecânica quântica no estudo do termocromismo de alcóxidos de vanádio (IV) em solução. UFPA, Curitiba 2008.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. Química Nova na Escola, Nº 10, NOVEMBRO 1999.

GONDIM, M. S. C. ; MÓL, G.S . Experimentos investigativos em laboratório de química fundamental. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 2007, Florianópolis. VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) - Anais, 2007.

GUARATINI, C.C.I. e ZANONI, M.V.B. Corantes têxteis. Química Nova, v. 23, n. 1, p. 71-78, 2000.

GUEDES, S.S. Experimentação no Ensino de Ciências: atividades problematizadas e interações dialógicas, Repositório UnB, 2010

HODSON, D. Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratório. Enseñanza de las Ciencias, v.12, n. 3, 1994.

KIMURA, I. Remoção de corantes reativos contendo grupos vinilsulfôna e triazina por adsorção e coagulação/floculação com quitosana. UFSC, Florianópolis, 2001.

MATOS, Maria Goreti; VALADARES, Jorge. *O efeito da actividade experimental na aprendizagem da ciência pelas crianças do primeiro ciclo do ensino básico*. Investigações em Ensino de Ciências, v. 6 n. 2, 2001. Matos e Valadares

MINATTI, E. Corantes: a química nas cores. QMCWEB – Revista Eletrônica do Departamento de Química da UFSC.

MORTIMER, E. F. As chamas e os Cristais Revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino das ciências da natureza. p.180-207. In: SANTOS, W. L. P. dos S, e MALDANER, O. A. Ensino de química em foco. Ijuí, RS: UNIJUÍ, 2010.

PINHEIRO, A. A Mágica das Cores no Nosso Cotidiano: uma Visão sobre Pigmentos e Corantes. PROJETO PIBID, IQ-UNICAMP 2011. < Disponível em <http://gpquae.iqm.unicamp.br/textos/T10.pdf>>

PIPPI, L. Design de superfície: um estudo sobre a aplicação de termocromismo em camisetas. UFGRS, Porto Alegre, 2010.

ROSITO, Berenice A. O ensino de ciências e a experimentação. In: MORAES, Roque (Org.). Construtivismo e o ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre: Edipucrs, p.195-208, 2000.

SARON, C.; FELISBERTI, M. I. Ação de colorantes na degradação e estabilização de polímeros. *Revista Química Nova*, Campinas, vol.29, n. 1, p. 124-128, ago. 2006.

SILVA, Lenice Heloísa de Arruda; ZANON, Lenir Basso. *A experimentação no ensino de ciências*. In: R. P. Schneltzer, R. P., M R Aragão. Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Campinas: UNIMEP/CAPES, 2000

SILVA, R. MACHADO, P. TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. P.231-261. In: SANTOS, W. L. P. dos S, e MALDANER, O. A. Ensino de química em foco. Ijuí, RS: UNIJUÍ, 2010.

STRATHERN, Paul. O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química. Tradução: Maria Luiza X. A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

VELOSO, Luana de Andrade. Corantes e pigmentos. Associação Brasileira de respostas técnicas. Paraná, 2012

ZANON, Lenir Basso; UHMANN, Rosangela. I. M. . O desafio de inserir a experimentação no ensino de Ciências e entender a sua função pedagógica. In: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química - ENEQ, 2012, Salvador - Bahia. Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química - ENEQ.

ANEXOS

Tabela 1: Classificação dos corantes.

Tipo	Característica
Corantes Reativos	São corantes contendo um grupo eletrofílico (reativo) capaz de formar ligação covalente com grupos hidroxila das fibras celulósicas, com grupos amino, hidroxila e tióis das fibras protéicas e também com grupos amino das poliamidas. Os principais contêm a função azo e antraquinona como grupos cromóforos e os grupos clorotriazinila e sulfatoetilsulfonila como grupos reativos. Este grupo de corantes apresenta como característica uma alta solubilidade em água e o estabelecimento de uma ligação covalente entre o corante e a fibra, cuja ligação confere maior estabilidade na cor do tecido tingido quando comparado a outros tipos de corante em que o processo de coloração se opera através de ligações de maior intensidade.
Corantes Diretos	Este grupo de corantes caracteriza-se como compostos solúveis em água capazes de tingir fibras de celulose (algodão, viscose, etc.) através de interações de Van der Waals. A afinidade do corante é aumentada pelo uso de eletrólitos, pela planaridade na configuração da molécula do corante ou a dupla ligação conjugada que aumenta a adsorção do corante sobre a fibra. Esta classe de corantes é constituída principalmente por corantes contendo mais de um grupo azo (díazo, triazo e etc.) ou pré-transformados em complexos metálicos.
Corantes Azóicos	São compostos coloridos, insolúveis em água, que são realmente sintetizados sobre a fibra durante o processo de tingimento. Nesse processo a fibra é impregnada com um composto solúvel em água, conhecido como agente de acoplamento (e.g. naftol) que apresenta alta afinidade por celulose. A adição de um sal de diazônio (RN_2^+) provoca uma reação com o agente de acoplamento já fixado na fibra e produz um corante insolúvel em água. O fato de usar um sistema de produção do corante diretamente sobre a fibra, através da combinação de um corante precursor sem grupos sulfônicos e a formação de um

	composto solúvel, permite um método de tingimento de fibras celulósicas (especificamente alongadas) com alto padrão de fixação e alta resistência contra luz e umidade.
Corantes Ácidos	O termo corante ácido corresponde a um grande grupo de corantes aniônicos portadores de um a três grupos sulfônicos. Estes grupos substituintes ionizáveis tornam o corante solúvel em água, e têm vital importância no método de aplicação do corante em fibras protéicas (lã, seda) e em fibras de poliamida sintética. Estes corantes caracterizam-se por substâncias com estrutura química baseada em compostos azo, antraquinona, triarilmetano, azina, xanteno, ketonimina, nitro e nitroso, que fornecem uma ampla faixa de coloração e grau de fixação.
Corantes à Cuba	É uma grande e importante classe de corantes baseada nos índigos, tioindigóides e antraquinóides. Eles são aplicados praticamente insolúveis em água, porém durante o processo de tintura eles são reduzidos com ditionito, em solução alcalina, transformando-se em um composto solúvel (forma leuco). Posteriormente, a subsequente oxidação pelo ar, peróxido de hidrogênio, etc., regenera a forma original do corante sobre a fibra. A maior aplicação deste tipo de corante tem sido a tintura de algodão, embora devido às suas excelentes propriedades de fixação, outros materiais também têm sido utilizados. Entretanto, como a produção química de hidrossulfito de sódio pode causar problemas ecológicos, o custo desta classe de corantes tem sido bastante alto.
Corantes de Enxofre	É uma classe de corantes que após a aplicação se caracterizam por compostos macromoleculares com pontes de polissulfetos (- Sn -), os quais são altamente insolúveis em água. Em princípio são aplicados após pré-redução em banho de ditionito de sódio que lhes confere a forma solúvel, são reoxidados subsequentemente sobre a fibra pelo contato com ar. Estes compostos têm sido utilizados principalmente na tintura de fibras celulósicas, conferindo cores preto, verde oliva, azul marinho, marrom, apresentando boa fixação. Entretanto, estes corantes usualmente apresentam resíduos altamente tóxicos.
Corantes Dispersivos	Constitui uma classe de corantes insolúveis em água aplicados em fibras de celulose e outras fibras hidrofóbicas através de suspensão

		<p>(partículas entre 1 a 4 micra). Durante o processo de tintura, o corante sofre hidrólise e a forma originalmente insolúvel é lentamente precipitada na forma dispersa (finalmente dividido) sobre o acetato de celulose. O grau de solubilidade do corante deve ser pequeno mas definido e influencia diretamente o processo e a qualidade da tintura. Usualmente o processo de tintura ocorre na presença de agentes dispersantes com longas cadeias que normalmente estabilizam a suspensão do corante facilitando o contato entre o corante e a fibra hidrofóbica. Esta classe de corantes tem sido utilizada principalmente para tinturas de fibras sintéticas, tais como: acetato celulose, nylon, polyester e poliacrilonitrila.</p>
Corantes Metalizados	Pré-	<p>São úteis principalmente para tintura de fibras protéicas e poliamida. Os corantes são caracterizados pela presença de um grupo hidroxila ou carboxila na posição ortho em relação ao cromóforo azo, permitindo a formação de complexos com íons metálicos. Neste tipo de tintura explora-se a capacidade de interação entre o metal e os agrupamentos funcionais portadores de pares de elétrons livres, como aqueles presentes nas fibras proteicas. Exemplos mais comuns deste grupo são os complexos estáveis de cromo:corante (1:1) ou (1:2). A desvantagem ecológica deste tipo de corante está associada ao alto conteúdo de metal (cromo) nas águas de rejeito.</p>
Corantes Branqueadores		<p>As fibras têxteis no estado bruto por serem compostas primariamente de materiais orgânicos, apresentam como característica uma aparência amarelada por absorver luz particularmente na faixa de baixo comprimento de onda. A diminuição dessa tonalidade tem sido diminuída na indústria ou na lavanderia pela oxidação da fibra com alvejantes químicos ou utilizando os corantes brancos também denominados de branqueadores ópticos ou mesmo branqueadores fluorescentes. Estes corantes apresentam grupos carboxílicos, azometino (-N=CH-) ou etilênicos (-CH=CH-) aliados a sistemas benzênicos, naftalênicos, pirênicos e anéis aromáticos que proporcionam reflexão por fluorescência na região de 430 a 440 nm quando excitados por luz ultra-violeta.</p>

(GUARATINI; ZANONI, 2000).

Tabela 2: Classificação de colorantes segundo as classes químicas.

CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO AS CLASSES QUÍMICAS	
Classe	Classificação por aplicação
Acridina	Básicos, pigmentos orgânicos
Aminocetona	À tina, mordentes
Antraquinona	Ácidos, mordentes, à tina, dispersos, azóicos, básicos, diretos, reativos, pigmentos orgânicos
Ao enxofre	Enxofre, à cuba
Azina	Ácidos, básicos, solventes, pigmentos orgânicos
Azo	Ácidos, diretos, dispersos, básicos, mordentes, reativos
Azóico	Básicos, naftóis
Bases de oxidação	Corantes especiais para tingimento de pelo, pelegos, cabelos
Difenilmetano	Ácidos, básicos, mordentes
Estilbeno	Diretos, reativos, branqueadores ópticos
Ftalocianina	Pigmentos orgânicos, ácidos, diretos, azóicos, à cuba, reativos, solventes
Indamina e Indofenol	Básicos, solventes
Indigóide	À tina, pigmentos orgânicos
Metina e Polimetina	Básicos, dispersos
Nitro	Ácidos, dispersos, mordentes
Nitroso	Ácidos, dispersos, mordentes
Oxazina	Básicos, mordentes, pigmentos orgânicos
Quinolina	Ácidos, básicos
Tiazina	Básicos, mordentes
Tiazol	Branqueadores ópticos, básicos, diretos
Triarilmetano	Ácidos, básicos, mordentes
Xanteno	Ácidos, básicos, mordentes, branqueadores ópticos, solventes

(Fonte: Associação Brasileira da Indústria Química)

Tabela 3: Classificação segundo o substrato.

CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO A UTILIZAÇÃO POR SUBSTRATO	
Classe	Principais campos de aplicação
Branqueadores ópticos	Detergentes, fibras naturais, fibras artificiais, fibras sintéticas, óleos, plásticos, sabões, tintas e papel

Corantes	
À Cuba Sulfurados	Fibras naturais e fibras artificiais
À Tina	Fibras naturais
Ácidos	Alimentos, couro, fibras naturais, fibras sintéticas, lã e papel
Ao Enxofre	Fibras naturais
Azóicos	Fibras naturais e fibras sintéticas
Básicos	Couro, fibras sintéticas, lã, madeira e papel
Diretos	Couro, fibras naturais, fibras artificiais e papel
Dispersos	Fibras artificiais e fibras sintéticas
Mordentes	Alumínio anodizado, lã, fibras naturais e fibras sintéticas
Reativos	Couro, fibras naturais, fibras artificiais e papel
Solventes	Ceras, cosméticos, gasolina, madeira, plásticos, solventes orgânicos, tintas de escrever e vernizes
Pigmentos Orgânicos	Tintas gráficas, tintas e vernizes, estamperia têxtil e plásticos
Pigmentos Inorgânicos	Tintas gráficas, tintas e vernizes, estamperia têxtil, plásticos e negro de fumo

(Fonte: Associação Brasileira da Indústria Química)

Tabela 4: Sistemas compatíveis de colorantes inorgânicos e polímeros.

Colorante	Polímero
Óxido de cromo (verde ou azul)	Celulose, polietileno e polímeros vinílicos
Óxido de cromo hidratado (verde)	Celulose e seus derivados
Cromo (verde)	Poliésteres
Ultramarinho (azul)	Celulose, poliamidas, polietileno, polipropileno, policarbonato e todos os polímeros termofixos
Ferro (lazu)	Polietileno (baixa densidade)
Aluminato de cobalto	Todos os polímeros (azul e turquesa)
Titânio (amarelo)	Todos os polímeros, exceto poliamidas e policarbonato
Cromato de zinco (amarelo)	Celulose e poliestireno

Molibdatos e cromo (laranja)	Todos os termofixos
Sulfito de cádmio (amarelo)	Todos termoplásticos e poliuretanas termofixas
Manganês (violeta)	Polipropileno e todos os termofixos, exceto polímero de fenolformaldeído e siliconas.
Cromo (rosa)	Todos termoplásticos, exceto acrílicos e derivados de celulose; todos os termofixos, exceto polímeros de fenolformaldeído
Cádmio (marrom, vermelho, laranja)	Todos os polímeros, exceto acrílicos e polímeros de fenolformaldeído
Sulfosselenito de cádmio (marrom, vermelho, laranja)	Todos os polímeros, exceto polímeros de fenolformaldeído.
Óxido de ferro	Celulose e derivados, polímeros de fenolformaldeídos, polietileno (baixa densidade), polipropileno, poliestireno e todos os termofixos.

Fonte: (SARON; FELISBERTI, 2006)

Tabela 5: Sistemas compatíveis de colorantes orgânicos e polímeros

Colorante	Polímero
Ftalocianinas (azul e verde)	Todos os polímeros, exceto fluorcarbonos e compostos de silicone
Indantronas (azul)	Todos os polímeros, exceto sob condições redutoras
Níquel-azo (verde e amarelo)	Celulose e derivados, fluorcarbonos e poliestireno
Tetracloroisoindolinonas	Todos os polímeros, exceto poliamidas
Diazo de condensação	Todos os polímeros
Benzimidazonas	Todos os polímeros
Flavantronas (amarelo)	Todos os polímeros (exceto sob condições redutoras)
Quinacridonas	Todos os polímeros, exceto poliamidas e poliestireno
Perinonas laranjas	Todos os polímeros
Vermelho permanente 2B	Celulose e derivados
Perilenos	Todos os polímeros
Dioxazinas violetas	Todos os polímeros

Fonte: (SARON; FELISBERTI, 2006)