

A química das tintas e dos pigmentos. Um tema gerador para o ensino e a problematização de aspectos científico-humanísticos

La química de les pintures i dels pigments com a fil conductor per a l'ensenyament i aspectes problemàtics de la investigació científica i humanística

Chemistry of paints and pigments as a guiding theme for teaching. Problematic aspects of scientific and humanistic investigation

Welington Francisco / Universidade Federal do Tocantins. Campus de Gurupi

Wilmo Ernesto Francisco Junior / Universidade Federal de Alagoas. Campus de Arapiraca



resumo

As tintas e os pigmentos fazem parte de nossa vida desde a pré-história, quando os povos primitivos as usavam para decoração de cavernas e rochas. No entanto, com o passar dos tempos, tanto as tintas como os pigmentos se tornaram produtos bastante comercializados e úteis na e para a sociedade. Neste artigo, o objetivo é discutir a química das tintas e dos pigmentos como um tema gerador, abarcando questões históricas, composições, processos de fabricação e impactos ambientais, enfatizando um caráter científico de cunho mais humanístico.

palavras chave

Tintas, pigmentos, tema gerador, educação científica humanística.

resum

Les pintures i els pigments estan presents en la nostra vida des de la prehistòria, quan en la civilització primitiva s'utilitzaven per a la decoració en coves i minerals sòlids. No obstant això, durant l'evolució del món, les pintures i pigments han transformat una gran quantitat de productes comercialitzats i útils per a la societat. En aquest article, l'objectiu és analitzar la química de pintures i pigments com un fil conductor que abasta temes històrics, composicions, processos de fabricació i impactes ambientals, amb èmfasi en un caràcter científic humanista.

paraules clau

Pintures, pigments, fil conductor, educació científica humanística.

abstract

Paints and pigments have been present in our life since prehistory when primitive civilizations used them to decorate caves and solid minerals. However, during the evolution of the world, paints and pigments have transformed a lot of commercial and useful products for society. In this article, the goal is to discuss chemistry of paints and pigments as a guiding theme: covering historical issues, compositions, manufacturing processes and environmental impacts, and emphasizing a scientific humanist nature.

keywords

Paints, pigments, guiding theme, humanistic science education.

A tinta é uma mistura de vários insumos que juntos passam por um processo de cura (reações químicas que transformam a estrutura polimérica linear em estrutura polimérica tridimensional), formando assim um filme opaco e aderente. Esse filme formado tem como finalidades a proteção superficial de materiais contra a corrosão, identificação de problemas em tubulações e embelezamento de peças, acessórios e ambientes (Fazenda, 2009).

Na sua formulação, a tinta geralmente apresenta uma parte sólida que forma a película aderente no material a ser pintado (resinas ou veículos), imersa em um componente líquido, na maioria das vezes volátil (solventes orgânicos e às vezes água), sendo considerada também uma emulsão. Um terceiro componente importante são os pigmentos, que conferem a coloração para as tintas. Em algumas formulações são adicionados os aditivos, que auxiliam desde o processo de armazenamento até a formação do filme.

Os pigmentos são definidos como um particulado sólido, orgânico ou inorgânico, que seja insolúvel no substrato que será incorporado. Ademais, os pigmentos não podem reagir quimicamente com o material que ele será disperso (Bondioli, Manfredini e Oliveira, 1998). Podem ser conhecidos também como corantes e possuem como principal característica proporcionar a cor por dispersão mecânica no meio. É exatamente pela produção de cores, por meio dos pigmentos, é que as tintas se tornaram tão atrativas esteticamente.

Desta forma, o estudo das tintas e dos pigmentos permite debater diferentes conceitos químicos, tais como propriedades de substâncias, tipos de ligações químicas, forças intermoleculares, reações químicas dentre outras,

possibilitando uma profícua aproximação da relação CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) com os conhecimentos científicos. É nesse sentido que este trabalho visa debater a química das tintas e dos pigmentos, incluindo um breve histórico, seus componentes, sua produção e os seus impactos ambientais, levando em conta uma perspectiva científica de cunho mais humanística (Santos, 2008), que almeja problematizar uma formação mais social e crítica dos estudantes, fornecendo uma fonte para auxiliar o trabalho de professores do ensino médio e futuros professores (licenciandos).

A história das tintas

Acredita-se que as pinturas rupestres sejam os primeiros registros de utilização das tintas pela humanidade. Geralmente, essas pinturas expressavam hábitos triviais como cenas de pesca e caça, de guerra e até mesmo de sexo, onde a população utilizava, na verdade, pigmentos de origem inorgânica finamente triturados como: hematita (Fe_2O_3 , óxido férrico) para a cor vermelha; goethita ($\text{FeO}(\text{OH})$, óxido ferroso com água de constituição) para o amarelo; para a coloração branca a caulinita [$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$] e para

a coloração preta a pirolusita (MnO_2 , óxido de manganês) (Mello e Suarez, 2012).

No Egito, o uso das tintas e dos pigmentos tinha essencialmente a função artística, sendo empregadas na decoração das pinturas de sarcófagos ou papiros de manuscritos e paredes. Na região eram empregados diversos pigmentos naturais como nas pinturas rupestres, no entanto, os egípcios foram os primeiros a desenvolverem os pigmentos sintéticos de coloração azul, que eram empregados nos preparados das tintas. O pigmento Azul do Egito ($\text{CaCuSi}_2\text{O}_6$) foi produzido a partir da calcinação de uma mistura de sílica (SiO_2), óxidos de cobre (CuO e Cu_2O) e sais de cálcio (p. e. CaCl_2). Para ligar esses pigmentos naturais, os egípcios usavam goma arábica, clara e gema de ovo, gelatina e/ou cera de abelha. (Fazenda, 2009).

No Oriente, tanto os chineses quanto os japoneses utilizavam uma série de pigmentos naturais para inventar diversas cores. Além desses pigmentos, surgiu a primeira tinta de escrever, conhecida como nanquim (tinta-da-china), empregada em manuscritos datados de 2000 a. C. A primeira composição da tinta nanquim era uma dispersão de partículas de

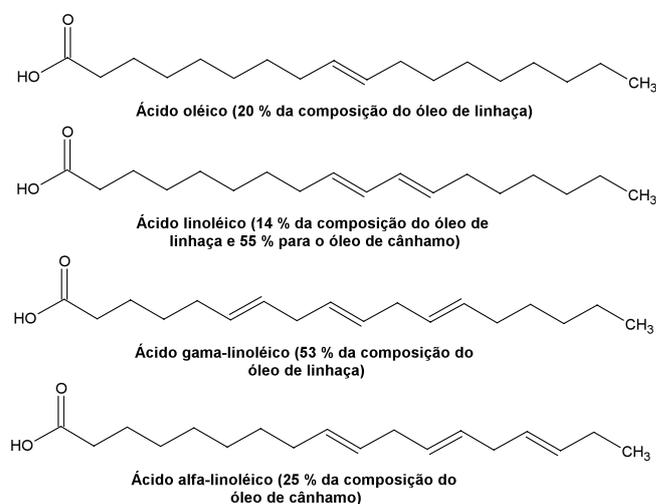


Figura 1. Estruturas químicas dos principais ácidos graxos presentes nos óleos de linhaça e cânhamo.

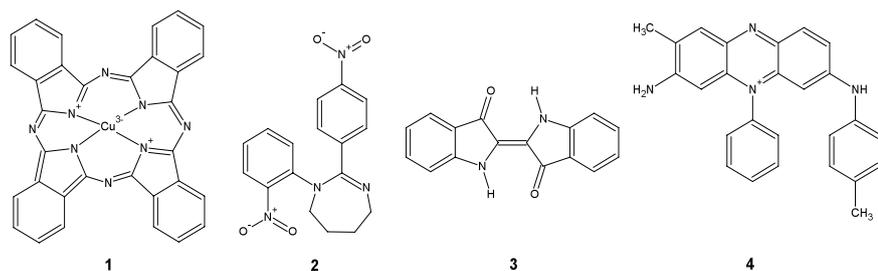
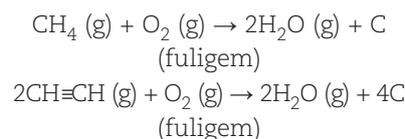


Figura 2. Estruturas químicas de pigmentos sintetizados: 1 – verde de ftalcianina; 2 – amarelo Hansa; 3 – anil Índigo; 4 – púrpura de anilina.

carbono em água. Atualmente, o nanquim é preparado com nanopartículas de carbono esferoidais, conhecidas como negro de fumo, que é uma dos tipos de carvão mais puros. Ele é produzido a partir da combustão parcial dos gases metano (CH_4) ou acetileno (C_2H_2), de acordo com as equações descritas abaixo:



As civilizações gregas e romanas também contribuíram para a evolução das tintas. Nessa época surgiu a técnica conhecida como *afresco*, que utilizava como veículo um tipo de argamassa constituída de cal (CaO , óxido de cálcio), areia (composição básica de SiO_2 , óxido de silício) e água. Com a argamassa ainda fresca eram misturados os pigmentos, os mesmos usados pelos egípcios, e o produto era aplicado diretamente sobre paredes, colunas, estátuas, etc. Após a evaporação da água, gerava uma camada dura que mantinha a coloração inicial (Mello e Suarez, 2012).

Na época renascentista, cresceu o interesse pelo uso de óleos vegetais na produção de vernizes e tintas. Durante esse período cada artista era seu próprio fabricante de pigmentos e ligantes. Artistas como Rembrandt e Cuyp, ambos holandeses do século XVII e Leonardo da Vinci, usavam ligantes a base de vernizes de

óleos de linhaça (*Linum usitatissimum*) ou cânhamo (*Cannabis ruderalis*) para produzir essas tintas, conhecidas como tintas a óleo. Uma das principais propriedades das tintas a óleo é sua estabilidade frente à umidade e demais intempéries. Tal propriedade está relacionada com o processo químico de polimerização das duplas ligações presentes nas cadeias carbônicas dos ácidos graxos dos óleos vegetais de linhaça e cânhamo em contato com o oxigênio da atmosfera. Os principais ácidos graxos encontrados nos óleos de linhaça e cânhamo estão descritos na fig. 1.

Porém, só foi a partir da Revolução Industrial que a tinta passou a ser desenvolvida como conhecemos hoje. O uso de resinas a base de copal (resinas duras, vítreas e extraídas de certas árvores da floresta tropical) e âmbar despontaram na Revolução Estadunidense e, em 1790, foram construídas as primeiras fábricas de vernizes na França, Alemanha e Áustria. No entanto, foi na Grã-Bretanha e na Holanda que despontou o emprego de produtos sintéticos na produção das tintas e que começou a fazer parte de estudos científicos.

Os primeiros resultados concretos destas revoluções foram às sínteses de novos pigmentos, como a púrpura de anilina, o branco de titânio (TiO_2 , óxido de titânio), o negro de fumo (supracitado), o anil de índigo, o amarelo Hansa, o azul da Prússia ($[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$), o verde ftalcianina

dentre outros (fig. 2), que substituíram os pigmentos a base de metais pesados de alta toxicidade, tais como o vermelho de chumbo (Pb_3O_4 , cinábrio (HgS), amarelo de Nápoles [$\text{Pb}_3(\text{SbO}_4)_2$] e o branco de prata ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$). Ademais, surgiram diferentes resinas sintéticas como as epóxi, as acrílicas, as alquídicas, as vinílicas, as celulósicas, as de poliésteres etc, que serão discutidas adiante.

Dentro dos aspectos históricos apresentados podem-se desenvolver muitas atividades. Primeiramente, poderia ressaltar a importância da evolução dos processos para fabricação e utilização das tintas, problematizando o valor das tintas em cada época e o que seus usos (como as pinturas nas cavernas, os escritos nos sarcófagos) representam nos dias atuais enquanto patrimônio histórico-cultural da humanidade. Questões disparadoras do debate poderiam ser: «Quem tem acesso a essas informações?», «As pessoas que não trabalham diretamente com esses aspectos têm como buscar esse conhecimento?», «E onde buscar?», «Por que estes desenhos e grafias são tão valiosos para a sociedade?», «Onde buscar tais informações e relatos?», «Será que existem essas decorações no Brasil?».

Na era renascentista, o interesse em utilizar a tinta para questões artísticas está relacionado ao pensamento filosófico vigente da época. Nesses aspectos, podem-se desenvolver atividades interdisciplinares envolvendo a literatura, a filosofia e a história. Perguntas do tipo «O que levou a mudança tal abrupta na utilização das tintas?», «Que influências esse novo pensamento fez para a época e para as futuras?», «E em relação ao melhoramento das tintas, será que a nova visão alavancou estudos futuros?», podem ser orienta-

doras de debates. Cabe destacar aqui questões relacionadas à contaminação por chumbo de vários pintores ainda no século xx. Exemplo disso é caso de Cândido Portinari, morto poucos anos depois de finalizar sua grande obra Guerra e Paz, que se encontra na sede da ONU em Nova York, realizada quando o artista já se encontrava debilitado.

Componentes da tinta

O avanço tecnológico refletiu diretamente no desenvolvimento das tintas, cuja composição sofreu várias alterações e cada vez mais novos componentes surgem com diferentes funções. No entanto, a composição atual das tintas possui matérias-primas básicas que são empregadas em todos os tipos de tintas. Os componentes básicos são: as resinas, os pigmentos e os solventes. Contudo, será dado um destaque maior nas resinas que são os compostos responsáveis pelas propriedades gerais das tintas.

Resinas

As resinas, também conhecidas como veículos, compõem a parte líquida da tinta, juntamente com o solvente. A principal função das resinas é a formação das películas, as quais são responsáveis pelas propriedades físico-químicas das tintas, como resistência, brilho, secagem, aderência dentre outras. Essa película é formada por meio do processo de cura, que nada mais é que a polimerização das resinas, em uma estrutura tridimensional, após a evaporação dos solventes. Esses solventes em sua maioria são compostos orgânicos voláteis de diferentes classes orgânicas (fig. 3). O tipo de solvente deve ser compatível com as propriedades das resinas e os pigmentos, sobretudo, em termos de solubilidade e dispersão. Muitos estudos, sobretudo nos próprios centros

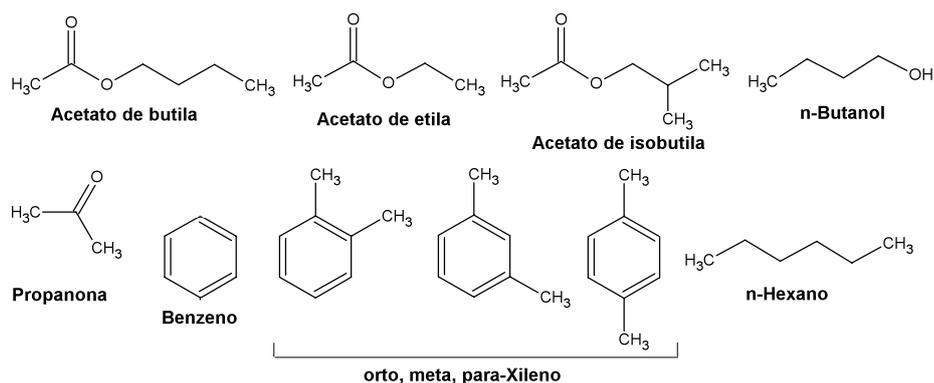


Figura 3. Principais solventes orgânicos empregados na produção das tintas.

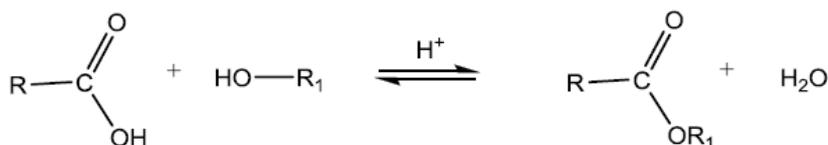


Figura 4. Representação da equação geral da síntese de resinas alquídicas e resinas de poliésteres.

de pesquisa das indústrias, destacam a importância das tintas a base de água para diminuir o uso excessivo de solventes orgânicos. Um bom exemplo são as tintas látex.

No período da Revolução Industrial e conseqüentemente com os avanços tecnológicos disponíveis, foi possível o desenvolvimento de variadas resinas sintéticas com diferentes funções e aplicações. Destacam-se hoje em dia:

Resinas alquídicas (RA) e resinas de poliésteres (RP)

São polímeros produzidos a partir da reação química entre um ácido e um álcool, chamada de *reação de esterificação* (fig. 4). A diferença é que as resinas alquídicas são produzidas a partir de óleos vegetais e as resinas de poliésteres não. As RA apresentam como vantagem o baixo custo na fabricação, porém, possuem baixa resistência química. São usadas em tintas que secam por oxidação ou polimerização com calor. As RP são empregadas para a fabricação de *primers* e acabamentos de cura à estufa, ou seja, formação de plásticos. Tais resinas são empre-

gadas na proteção de veículos, edifícios e mobiliários.

É salutar que a equação descrita acima segue um mecanismo de reação do tipo substituição nucleofílica, onde o nucleófilo (par de elétrons livres no átomo de oxigênio do álcool) ataca o centro reativo do ácido carboxílico (carbono ligado à dupla ligação com o oxigênio). Ressalta-se ainda que a produção dessas resinas é proveniente de uma reação de equilíbrio que necessita ser catalisada por ácido ou por base. No primeiro caso, é importante que os químicos responsáveis pela síntese retirem o produto formado constantemente para diminuir sua concentração no equilíbrio e, conseqüentemente, a reação tem seu equilíbrio deslocado para a formação dos produtos, uma vez que isso é de interesse no ponto de vista industrial. Já no caso da catálise básica, o equilíbrio é deslocado para o produto na etapa final da reação, favorecendo novamente a formação do produto de interesse. Reação semelhante a essa em outros processos industriais são as sínteses de biocombustíveis, que utilizam como reagentes os óleos vegetais e o glicerol.

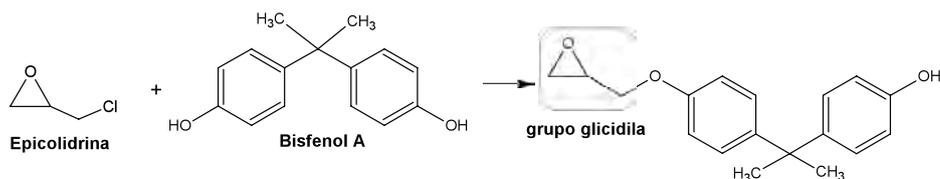


Figura 5. Representação da reação de substituição nucleofílica entre a epicolidrina e o bisfenol A para produzir a resina epóxica.

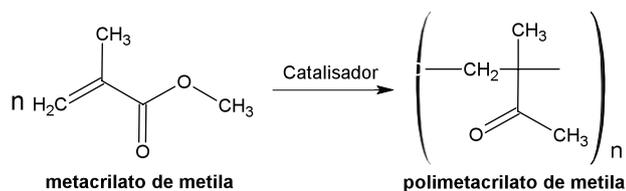


Figura 6. Representação da formação do polímero de adição polimetacrilato de metila.

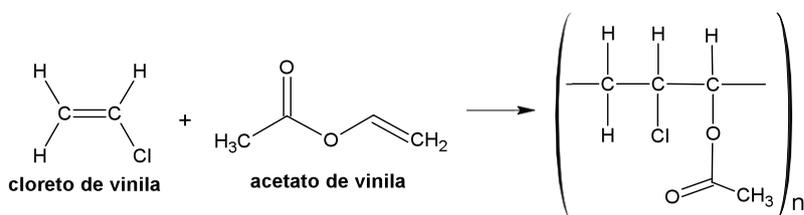


Figura 7. Representação da formação de um copolímero vinílico.

Resinas epóxicas

Também conhecidas como resinas epóxi, essas resinas são polímeros caracterizados pela presença de grupos glicidila em sua estrutura molecular. São sintetizadas a partir da reação de polimerização por condensação entre a epicolidrina e o bisfenol A (fig. 5). Sua principal característica é a forte adesão às superfícies que serão pintadas, sendo utilizados em pinturas protetoras de navios, tambores, latas de conserva etc.

Resinas acrílicas

São polímeros de adição produzidos a partir do monômero metacrilato de metila (fig. 6). São consideradas resinas nobres, pois oferecem excelentes resistências químicas, graças às ligações carbono-carbono que são muito mais resistentes do que ligações ésteres presentes em resinas alquílicas e de poliésteres. Seu custo é mais elevado devido suas melhores propriedades e são utilizadas

principalmente em vernizes automotivos, apresentando excelentes resistências químicas e mecânicas, além de excelente brilho.

Resinas vinílicas

São polímeros obtidos de acetato de vinila com outros monômeros, sendo a reação realizada em meio à emulsão com a água (fig. 7). Sua principal aplicação é na produção das tintas látex usada na pintura de residências em geral.

Pigmentos

Os pigmentos são compostos insolúveis nas resinas, ficando dispersos nela. São os responsáveis pela coloração das tintas e pela estimulação dos clientes pela variedade de cores. São chamados de *pigmentos tintoriais* e devem apresentar como qualidade principal a retenção da cor durante um longo período. Os pigmentos são classificados de acordo com sua origem (natural

ou sintético), composição química (orgânicos ou inorgânicos), preparação e uso. Geralmente, os pigmentos orgânicos apresentam tons mais brilhantes e um poder de coloração maior. Em contrapartida, os pigmentos inorgânicos apresentam maior estabilidade química e térmica (Bondioli, Manfredini e Oliveira, 1998).

Alguns pigmentos possuem propriedades anticorrosivas como o zarcão (mistura de tetróxido de chumbo - Pb_3O_4 , contendo de 1 % a 2 % de PbO ou plumbato de chumbo Pb_2PbO_4) e cromato de zinco ($ZnCrO_4$), conhecido como o *primer* (Gentil, 2007). Além dos pigmentos orgânicos apresentados na fig. 2, são utilizados ainda pigmentos inorgânicos como: o dióxido de titânio (TiO_2) e óxido de zinco (ZnO) para a obtenção da coloração branca, óxido de ferro (FeO) para a coloração preta, verde de cromo (Cr_2O_3) para a zcor verde, pó de alumínio (Al , metalizado) dentre outros (Gentil, 2007).

No entanto, o que vale destacar é como esses pigmentos apresentam essas cores. No caso dos pigmentos orgânicos a coloração surge devido à absorção da luz branca (radiação eletromagnética) pelos grupos cromóforos (partes da substância que apresenta ligações duplas em um sistema conjugado) das substâncias em certos comprimentos de onda e consequentemente a reflexão da cor complementar à absorção. Nos pigmentos inorgânicos a cor surge por causa da transferência de carga entre o doador e o receptor. Quando o pigmento absorve a luz branca, elétrons livres presentes no doador (na maioria dos casos o átomo de oxigênio) ficam excitados e são transferidos aos orbitais d (níveis mais energéticos) dos metais de transição que estão ligados ao oxigênio. Quando esses elétrons retornam ao estado fundamental (baixa energia), ocorre à reflexão de uma cor característica

que está relacionada com a energia liberada.

Ao abordar tais conhecimentos científicos, podem-se montar atividades sobre interações intermoleculares, funções orgânicas, propriedades e reações de compostos orgânicos e inorgânicos, solubilidade e iniciar algumas discussões no caráter CTS com ênfase nas condições humanas como:

– O que influenciou nas mudanças das resinas naturais para as sintéticas? Como foram debatidas essas questões? Será que a sociedade (consumidores) participou ou fora excluída?

– O que aconteceu com os preços das tintas com esse conhecimento tecnológico incluído? Ainda existem tintas que utilizam resinas vegetais? Quais?

– Qual a importância de ter diferentes resinas para compor as tintas? No que elas influenciaram e influenciam a qualidade das tintas?

– Se essas mudanças não fossem pensadas, quais consequências poderiam ser enfrentadas pela humanidade?

– O que realmente difere as tintas à base de água ou à base de solvente orgânico? A qualidade mudou? Se sim, o que foi feito para buscar a qualidade futura?

– Houve uma diminuição no impacto ambiental? Os detentores desta tecnologia mostraram resultados favoráveis?

– Esse investimento gerou aumento nos preços? Qual o impacto na sociedade?

Para problematizar a utilidade dos pigmentos, questionamentos do tipo «Por que os fabricantes usam e abusam das cores?», «O que essa “mágica” ajuda em marketing e vendas do produto?», poderiam ser uma alternativa. Atividades voltadas para pesquisas e projetos também podem ser aplicadas. Um exemplo seria propor uma pesquisa de comparação das variedades de cores na época

dos avôs dos estudantes com a situação atual, traçando assim um paralelo entre as necessidades sociais e humanas de uma época e outra; ou realizar uma pesquisa de campo para saber o que as cores influenciam os consumidores, na hora da compra de um.

Aspectos e impactos ambientais causados pelas tintas

Tanto o uso quanto a produção das tintas são indispensáveis hoje em dia. Seja para embelezar um determinado local, proteção de materiais ou para fins econômicos pessoais ou sociais. No entanto, muitos dos componentes empregados na produção das tintas são altamente tóxicos e podem levar a danos ambientais, caso não se tome os devidos cuidados com os descartes, armazenamentos ou produção.

Além desses fatores, existem outros não menos importantes que incluem o consumo de água, às vezes excessivo, e o uso de fontes de energia indiscriminado. Quanto ao uso da água, quem sofre o maior impacto ambiental são os aquíferos subterrâneos, pois a exagerada perfuração desses poços leva a uma grande diminuição do nível de água. Com isso, há um aumento gradativo dos custos, principalmente no bombeamento das águas e na produção.

Em relação às fontes de energia, muitas das fábricas de tintas utilizam óleo diesel, óleo combustível ou gás natural para a geração de calor nas operações. Estes tipos de fontes de energia contribuem bastante para o aquecimento global, uma vez que liberam grandes quantidades de monóxido de carbono (CO_2) e outros óxidos derivados de nitrogênio (NO_x) e enxofre (SO_x), além de compostos particulados na atmosfera (Guia técnico ambiental..., 2006).

Dentro dos componentes tóxicos, irritantes ou corrosivos podem-se citar as resinas, os pig-

mentos e os solventes. Estes podem interferir no meio ambiente de diversas formas, sendo a principal delas a emissão de compostos voláteis para a atmosfera. Esses compostos são emitidos nas etapas de combustão incompleta, na limpeza dos equipamentos ou mesmo quando ocorrer vazamentos das embalagens, durante a produção das tintas.

Os efluentes líquidos são outro tipo de impacto ambiental. A maior fonte de emissão de efluentes é a lavagem entre os lotes de cores. Geralmente é utilizado água, algum solvente orgânico ou até mesmo hidróxido de sódio (NaOH). Esses efluentes contêm altas concentrações de resíduos sólidos e solventes que, geralmente são jogados no solo ou nas águas, sem nenhum tratamento prévio.

Os efeitos causados pelos efluentes dependem do tipo de poluente que está agregado. Quando esse poluente for óleos e graxas, eles afetam a transferência de oxigênio da atmosfera para o meio hídrico devido à baixa solubilidade destas substâncias na água, trazendo sérios danos a vida aquática. Quando o poluente são os solventes, eles poluem diretamente solos e águas, alterando o pH. Essa alteração pode levar a mortes de vegetação e animais, provocando uma cadeia de impactos ambientais. Em relação aos pigmentos e aditivos, a maioria deles apresenta metais pesados na composição. Estes metais pesados são extremamente tóxicos e cancerígenos, levando a grandes prejuízos ambientais e conseqüentemente à sociedade. A melhor forma de combatê-los é substituindo-os por outras substâncias.

Todas essas questões podem fazer parte de um projeto de pesquisa, organizado e mediado não apenas pelo professor de química, mas como um projeto pedagógico da escola que inclua também a

participação dos licenciandos, pois permitirá uma maior aproximação e uma experiência fidedigna para esses futuros professores. Esse projeto pode ser guiado sob as diretrizes da chamada *química verde*, que visa à utilização de técnicas químicas e metodologias que reduzem ou eliminam o uso de solventes e reagentes potencialmente tóxicos, ou a geração de produtos e subprodutos que são nocivos à saúde humana ou ao ambiente. Incluir tais atividades na escola pode proporcionar um aprendizado mais crítico sobre os impactos ambientais provocados pelos produtos industrializados e informar sobre doze princípios que regem a química verde:

- 1° Prevenção.
- 2° Eficiência atômica.
- 3° Síntese segura.
- 4° Desenvolvimento de produtos seguros.
- 5° Uso de solventes e auxiliares seguros.
- 6° Busca pela eficiência de energia.
- 7° Uso de fontes de matéria-prima renováveis.
- 8° Evitar a formação de derivados.
- 9° Catálise.
- 10° Produtos degradáveis.
- 11° Análise em tempo real para a prevenção da poluição.
- 12° Química intrinsecamente segura para a prevenção de acidentes.

Vale ressaltar que o uso das tintas é sem dúvida importante para a sociedade, contudo, o que está em projeção aqui é a formação dos estudantes com uma visão científica humanística. Assim, os estudantes não podem simplesmente tomar decisões do tipo: «as tintas são prejudiciais para o ambiente» ou «temos que parar de usá-las». É fundamental que as atividades desenvolvidas propiciem a manifestação de habilidades e competências que lhes permitam avaliar as possibilidades e possíveis soluções para os impac-

tos ambientais, percebendo a importância desse conhecimento tecnológico, mas associado às condições humanas em todos os pontos de vistas.

Considerações finais

Sem dúvida, as tintas fazem parte da vida desde tempos remotos. A evolução nos processos de fabricação e na composição está diretamente atrelada às novas tecnologias, equipamentos, máquinas e matéria-prima de melhor qualidade. No entanto, é importante salientar que estes conhecimentos e as diversas aplicações devem condizer com a necessidade e a realidade da humanidade, pois só assim a ciência pode ser mais bem compreendida.

Portanto, este artigo buscou apresentar a química das tintas como um tema gerador, apresentando diversos apontamentos com o intuito de promover um aprendizado científico com caráter mais humanístico. Assim, espera-se que este texto possa auxiliar professores de química e licenciandos em química (futuros professores) para que, sempre que possível, estimulem a educação científico-humanística em suas aulas, problematizando o papel dos avanços tecnológicos para a sociedade e a melhoria das condições humanas, contribuindo para que os estudantes possam pensar mais criticamente a ciência enquanto propulsora destes avanços.

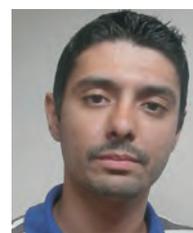
Referências

- BONDIOLI, F.; MANFREDINI, T.; OLIVEIRA, A. P. N. (1998). «Pigmentos inorgânicos: Projeto, produção e aplicação industrial». *Cerâmica Industrial*, 3(4): 13-17.
- FAZENDA, J. M. R. (2009). *Tintas: Ciência e tecnologia*. São Paulo: Blucher.
- FREIRE, P. (2011). *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- GENTIL, V. (2007). *Corrosão*. Rio de Janeiro: José Olympio.

Guia técnico ambiental tintas e vernizes: Série P+L (2006). São Paulo: CETESB. Secretaria do Meio Ambiente.

MELLO, V. M.; SUAREZ, P. A. Z. (2012). «As formulações de tintas expressivas através da história». *Revista Virtual de Química*, 4(1): 2-12.

SANTOS, W. L. P. (2008). «Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: Resgatando a função do ensino de CTS». *Alexandria*, 1(1): 109-131.



Wellington Francisco

É mestre, licenciado e bacharel em Química pelo Instituto de Química de Araraquara-UNESP. Atualmente é professor assistente da Universidade Federal do Tocantins (UFT, Campus de Gurupi), do colegiado de ciências exatas e biotecnológicas. Suas principais áreas de atuação são instrumentos metodológicos de ensino/aprendizagem e ensino de química. E-mail: welington@uft.edu.br.



Wilmo E. Francisco Junior

É bacharel/licenciado em Química, mestre em Biotecnologia e doutor em Química pelo Instituto de Química de Araraquara-UNESP e mestre em Educação pela Universidade Federal de São Carlos. Foi professor da Universidade Federal de Rondônia e atualmente é professor da Universidade Federal de Alagoas. Suas principais áreas de atuação são educação em ciências (química), experimentação, leitura e escrita. E-mail: wilmojr@bol.com.br.