

Jeans: a relação entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais para o Ensino de Química

Sinara München, Martha Bohrer Adaime, Leinig Antonio Perazolli, Bruno Estevam Amantéa e Maria Aparecida Zaghete

Este artigo apresenta a história do jeans desde sua criação, algumas modificações vinculadas à moda e a cultura ao longo do século XX, assim como aspectos do modo de produção e as relações com a tecnologia, o ambiente e a ciência. São apontados alguns tópicos que podem ser desenvolvidos no ensino de química a partir do tema jeans e, especificamente, uma abordagem deste sob a perspectiva CTS para o conceito de oxidação-redução.

► jeans, corante índigo, processos de tingimento ◀

172

Recebido em 09/07/2014, aceito em 05/10/2014

O jeans faz parte da vida de pessoas de diversas faixas etárias, culturas, religiões e gêneros, e sua presença no vestuário cotidiano não ocorreu por imposição de uma marca ou um estilista, mas, entre outros fatores, pelo gosto das pessoas em usá-lo. Desse modo, passou do uso inicialmente exclusivo dos trabalhadores das minas às passarelas de desfiles mundiais de moda.

Em nível mundial, o Brasil é referência na produção de jeans e movimenta um setor de R\$ 8 bilhões por ano, sendo o segundo maior produtor e terceiro maior consumidor de denim, tecido de algodão tingido com corante índigo. Embora a produção nacional de roupas tenha avançado 2,5% em vendas brutas no ano de 2012, o segmento do jeans cresceu 7,9% em faturamento (ABIT, 2010).

O jeans, para ser produzido, envolve inúmeras etapas, que têm relações diretas ou indiretas com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia como no cultivo do algodão, na produção do corante índigo, na manufatura do tecido, no tratamento de resíduos das indústrias têxteis, entre outros.

A produção e a comercialização do jeans em larga escala trouxeram benefícios e malefícios à vida humana, tanto em caráter social quanto ambiental, os quais

têm relação direta com o desenvolvimento científico e tecnológico. Alguns desses aspectos serão abordados neste trabalho, que tem como intuito principal apresentar a criação e popularização desse tecido, os processos químicos e alguns impactos ambientais decorrentes de sua produção. A partir disso, apontamos este como um tema possível de ser desenvolvido no ensino de química.

O jeans: das minas de ouro às grifes

A descoberta de grandes jazidas de ouro gerou a chamada *Corrida do Ouro* em 1848, especificamente em São Francisco, estado da Califórnia, na qual ocorreu um aumento populacional exorbitante devido à chegada de muitos vendedores à cidade. Levi Strauss, natural da Bavária, residia em Nova Iorque há alguns anos e deslocou-se até São Francisco para vender peças de um tecido resistente a ser usado como cobertura para tendas e vagões, mas esse item não era uma das principais necessidades dos mineiros, que tinham como demanda roupas resistentes (Catoira, 2006).

Levi Strauss acabou transformando seu estoque em calças e, em 1853, passou a fabricá-las a partir do denim. O termo denim é

O jeans, para ser produzido, envolve inúmeras etapas, que têm relações diretas ou indiretas com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia como no cultivo do algodão, na produção do corante índigo, na manufatura do tecido, no tratamento de resíduos das indústrias têxteis, entre outros.

uma abreviação de tecido de Nimes, um tecido francês vindo da cidade de Nimes, formado de algodão tingido com corante índigo. Feitos desse tecido, os uniformes dos marinheiros do porto de Gênova na Itália eram conhecidos por genes pelos franceses, apelido que chegou até os Estados Unidos da América, onde os americanos passaram a chamar de jeans (Balfour-Paul, 2004; Lv; Huiguang, 2007; Schwarcz, 1999).

O que se conhece atualmente por calça jeans, peça do vestuário que revolucionou a maneira de vestir dos jovens, tornando-se parte integrante da cultura popular norte-americana, foi desenvolvida por Levi Strauss. A primeira calça com esse tecido, modelo Levi's 501, foi criada em 1870 e, em 1873, Strauss e o alfaiate Jacob Davis patenteavam a essa vestimenta com rebites de cobre (Ghivelder, 2003; Catoira, 2006). Com isso, consolidou-se a empresa de Strauss, a Levi's®, que se mantém com as vendas elevadas atualmente, permanecendo a calça jeans como única peça do vestuário na história que tende à unanimidade entre os consumidores em nível mundial.



Figura 1: antigo modelo da calça Levi's 501 com botões na lateral da cintura para utilização de suspensórios.

Por meio dos filmes de faroeste, a popularidade da peça teve início na década de 1930 com os *cowboys* norte-americanos. O cinema na década de 1950 impulsionou a visibilidade do jeans, especificamente com atores como James Dean e Marlon Brando, que representaram a imagem de liberdade e rebeldia para toda uma geração. Elvis Presley e Marilyn Monroe também foram artistas que disseminaram a calça, ligando a peça tanto ao *rock and roll* quanto à beleza e sedução feminina (Monteiro, 2010). Durante a 2ª Guerra Mundial, os soldados receberam o modelo Levi's 501 como artigos de necessidade e, após a guerra, deixaram muitas dessas peças na Europa que, a partir de então, tornaram-se itens de intensa procura (Lv; Huiguang, 2007).

O vestuário como forma de comunicação pode tornar-se

um sinalizador de determinado acontecimento (Catoira, 2006), e o jeans, ao se constituir inicialmente como contrário à moda nas décadas de 1950 e 1960, fez parte de importantes momentos sociais e culturais. No festival de Woodstock, em 1969, além de milhares de jovens participantes do evento, o músico Jimi Hendrix, por exemplo, também estava usando calças desse tecido (Lv; Huiguang, 2007).

Nos anos 1960, muitos jovens usavam as calças jeans como meio de expressão de seu descontentamento com a sociedade (Lv; Huiguang, 2007). O movimento de rebeldia da juventude a partir da década de 1950 questionava a estrutura econômica, política e

social da época. O que se denominou movimento da contracultura contemplava essas e outras questões sociais como o consumismo e, nesse âmbito, muitos adereços e comportamentos foram incorporados pela juventude, entre eles, o uso das calças jeans, que foi um símbolo representativo de diversos movimentos.

A partir dessa época, o jeans passou aos poucos a fazer parte do vestuário usual, aumentando sua popularidade, fator que o levou às passarelas pela primeira vez na década de 1970 na apresentação da coleção de Calvin Klein (Catoira, 2009).

No Brasil, uma das primeiras marcas de jeans conhecidas foram as calças *Rancheiro* produzidas no final da década de 1940. Já nos anos 1950, apareceram as calças *Brim Coringa* e *Jeans Far-west*, todas de um jeans com aspecto duro e resistente. Outras marcas populares no país foram *Topeka*, *Rodeio*, *Lee* e *Wrangler*. Diversos artistas impulsionaram o uso de jeans, como os integrantes do movimento *Tropicália* – Caetano Veloso, Gilberto Gil, Gal Costa, entre outros (Catoira, 2006) – e os ídolos da *Jovem Guarda* – Roberto Carlos, Wanderlea, Erasmo Carlos, Eduardo Araújo e outros –, com o surgimento, nessa época, das calças *Calhambeque*, confeccionadas em cintura baixa (Catoira, 2009).

As calças jeans começam então a apresentar modificações, em comparação ao modelo original de Strauss, tanto no corte quanto na lavagem. O uso de pedra pomes para criar um efeito desgastado surgiu nas décadas de 1960 e 1970, e uma das primeiras marcas a adotar esse recurso foi a *Diesel* (Lv; Huiguang, 2007). Essas lavagens diferenciadas de produção industrial para o jeans começaram a aparecer nas ruas somente na década de 1980.

Atualmente as peças em jeans de algumas marcas fazem parte de um projeto de design e embora muitas delas após se consolidar no mercado tenham trazido um aspecto de luxo às peças, em outro extremo, diversas fábricas tentam baratear ao máximo sua produção na tentativa de comercializá-las por preços acessíveis. Como aponta Catoira (2009), o jeans com mais de um século e meio de existência, por ser uma peça comum e discreta, adapta-se a muitos tipos físicos e estilos de vestir.

Como se vê, o significado do jeans foi modificado ao longo dos anos, pois surgiu de uma necessidade de trabalho para uma ocupação específica como a dos mineradores, e posteriormente foi um elemento de contestação social especialmente pelos jovens na década de 1960. A partir de 1980, sua exploração comercial acentuou-se e passou a ser um elemento do vestuário de muitas pessoas, os aspectos que lhe deram origem e visibilidade nas décadas anteriores foram perdidos ou minimizados, especialmente com a expansão de um mercado de alta rentabilidade em torno dessa peça de caráter universal que pode ser vista em diversos tipos de ocasiões e perfis pessoais.

O índigo e o processo de tingimento

O índigo, também conhecido como anil, é o corante que confere ao jeans seu azul característico. O termo é derivado do grego *indikon* e do latim *indicum* e significa uma substância da Índia, região da qual se originou. O índigo era obtido a partir de plantas do gênero *Indigofera* e, em diversos países, inclusive no Brasil, a espécie *Indigofera tinctoria* era de ocorrência nativa (Lima; Ferreira, 2001). Algumas cidades como Cabo Frio e Vassouras, ambas no estado do Rio de Janeiro, no final do século XVIII, eram polos produtores de anil, que era exportado para a Europa (Vita et al., 2007).

Esse corante começou a ser usado no Egito antes do ano 2000 a.C. e, nesse período, a técnica usada para sua redução era a fermentação, que levava ao composto *leuco*, solúvel em água. As folhas de *Indigofera tinctoria* eram usadas para extração, e a fermentação ocorria em solução básica formando indoxol, que é amarelo, e que, ao ser oxidado devido ao contato com o ar, volta a índigo, que apresenta coloração azul escuro. A reação está representada abaixo no Esquema 1.

A estrutura do índigo foi primeiramente sugerida por Adolf Von Baeyer em 1869, e o caminho sintético do índigo foi viabilizado por ele após mais de uma década de pesquisa (Vuorema, 2008; Melo et al., 2006). A primeira síntese comercialmente bem-sucedida de índigo baseou-se no processo

publicado por Von Heumann em 1890, e a BASF iniciou a produção em 1897 (Vuorema, 2008).

O processo de síntese do índigo usado pela indústria ocorre a partir da oxidação de anilina (Le Couteur; Burreson, 2006; Shreve; Brink, 1997), conforme representação no Esquema 2. O índigo é um composto com fórmula química $C_{16}H_{10}N_2O_2$ e apresenta como característica a presença de grupos cetônicos ($C=O$). É insolúvel em água, mas na forma reduzida ($C-OH$), torna-se solúvel (Paschoal; Tremiliosi-Filho, 2005).

O algodão, principal componente do jeans, é constituído por aproximadamente 90% de celulose, um polissacarídeo de fórmula $(C_6H_{10}O_5)_n$. A celulose é composta de β -glicose (Figura 2a), que forma longas cadeias, resultando em um polímero que, ao ser observado em um microscópio, pode ser visto com finas fibras (Figura 2b).

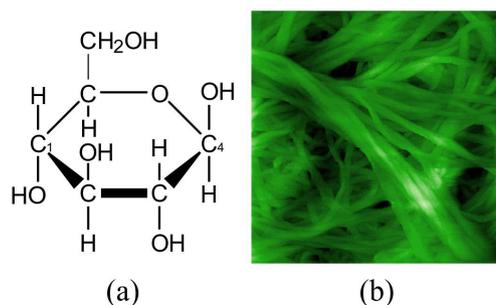
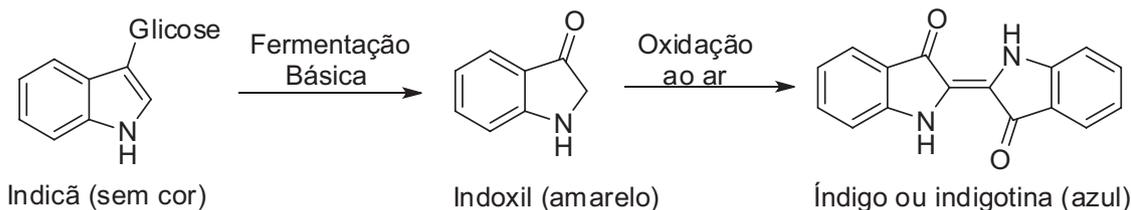
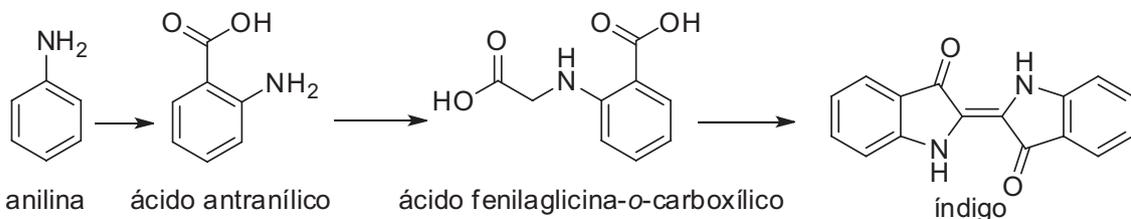


Figura 2. (a) Estrutura química da β -glicose e (b) fibras de celulose vistas ao microscópio. (Fonte: <http://www.jpk.com/cellulose.110.html>).

As cadeias de celulose que formam o algodão podem conter mais de dez mil unidades ou monômeros de β -glicose, e as fibras de algodão são formadas por cadeias estruturadas em paralelo ou cruzadas e unidas por ligações de hidrogênio intermoleculares (indicadas por linhas tracejadas na Figura 3), podendo apresentar regiões cristalinas e regiões amorfas. Somente as regiões amorfas absorvem os corantes, espaços ilustrados em azul na Figura 3. A resistência mecânica da



Esquema 1. Processo de obtenção do índigo natural.



Esquema 2. Reação de obtenção do índigo sintético a partir da anilina.

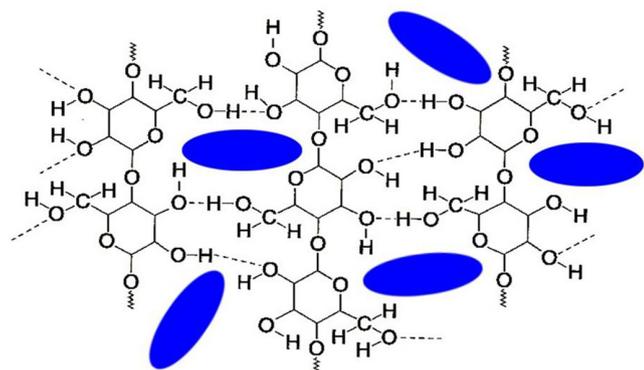


Figura 3. Ilustração simplificada em duas dimensões das ligações de cadeias na formação da fibra de algodão e a localização dos corantes.

fibra é dada pelas ligações hidrogênio, pelo tamanho e pelo entrelaçamento das cadeias.

Diferentemente de muitos corantes, o índigo se fixa na fibra celulósica de forma mecânica e não química (Quintero; Cardona, 2010). Detalhadamente o processo de tingimento ocorre por meio de uma redução do índigo à forma leuco-índigo, com ditionito de sódio em meio alcalino, para sua solubilização em água. O índigo tem coloração azul, mas na forma leuco, apresenta-se em solução de coloração amarela. Essa forma possui alta afinidade pela fibra celulósica e, com a exposição ao ar, ocorre a reoxidação do índigo, regenerando sua cor azul característica (esquema 3). O tingimento acontece, portanto, primeiramente por absorção nas zonas amorfas e posteriormente por ligações hidrogênio com a celulose (Paschoal; Tremiliosi-Filho, 2005; Quintero; Cardona, 2010).

O índigo apresenta a cor azul, e isso se deve à propriedade dos corantes em absorver luz visível seletivamente (Faria; Retondo, 2008), que pode ser explicada pela presença de grupos cromóforos tais como nitro, nitroso, azo e carbonila. A cor é intensificada e/ou modificada por

grupos auxocromos tais como etila, nitro, amino, sulfônico, hidroxila, metóxi, etóxi, cloro e bromo (Kimura et al., 1999).

A produção de jeans e os impactos ambientais

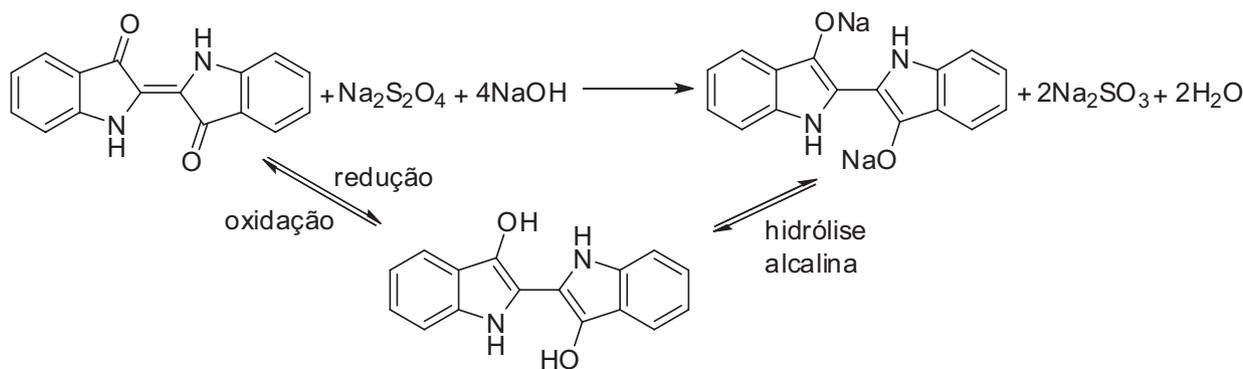
A produção de algodão representa aproximadamente 50% da produção mundial de fibras por ano. Na cultura do algodoeiro, são aplicados 25% dos agrotóxicos consumidos no mundo, devido à suscetibilidade desta a um grande número de pragas (Embrapa, 2004). A calça jeans, após sua confecção, passa por processos de acabamento como desgaste, lavagens, aplicação de substâncias químicas como sílica ou adição de permanganato de potássio (Figueiredo; Cavalcante, 2010; Catoira, 2006; 2009).

Além da toxicidade envolvida no cultivo de sua matéria-prima, na produção industrial de jeans, a etapa do tingimento consome 90% da água de todo processo e gera grande volume de efluentes contaminados devido ao uso de diversas substâncias (Rossi, 2008). Dentre estas, destacam-se a presença de corantes sintéticos e altos teores de metais como cádmio, cromo, cobre, chumbo, mercúrio e zinco, assim como sais, surfactantes, sulfetos, solventes, além da coloração e de elevados índices de acidez (Sottoriva, 2002).

O volume de resíduos contém elevada carga orgânica e coloração acentuada, fatores que dificultam a passagem da radiação solar nos cursos d'água, prejudicando a fotossíntese, alterando o sistema aquático e levando toxicidade aguda e crônica a esses ecossistemas (Paschoal; Tremiliosi-Filho, 2005; Dallago et al., 2005; Zanoni; Alves, 2001; Vasques et al., 2011). A remoção da cor dos efluentes têxteis é uma das maiores dificuldades das indústrias devido à elevada estabilidade biológica dos corantes, que dificulta sua degra-

Diferentemente de muitos corantes, o índigo se fixa na fibra celulósica de forma mecânica e não química (Quintero; Cardona, 2010). Detalhadamente o processo de tingimento ocorre por meio de uma redução do índigo à forma leucoíndigo, com ditionito de sódio em meio alcalino, para sua solubilização em água. O índigo tem coloração azul, mas na forma leuco, apresenta-se em solução de coloração amarela. Essa forma possui alta afinidade pela fibra celulósica e, com a exposição ao ar, ocorre a reoxidação do índigo, regenerando sua cor azul característica.

dação pelos métodos mais convencionais e menos onerosos, visto que sua produção visa à resistência ao suor, sabão, água, luz ou agentes oxidantes (Guaratini; Zanoni, 2000).



Esquema 3. Reação de oxidação e redução do índigo.

Como os corantes são resistentes a muitos agentes oxidantes, não podem ser tratados por processos geralmente utilizados no caso de efluentes como a decomposição aeróbia e anaeróbia (Kimura et al., 1999), portanto, processos como a adsorção que visam à eliminação dos resíduos e concentram os compostos tóxicos na fase sólida são recorrentes. A adsorção é uma opção com altas taxas de remoção, conseguindo a recuperação do próprio corante e a reutilização do adsorvente (Dallago et al., 2005; Kimura et al., 1999).

Além dos processos físicos de adsorção com diversos materiais como carvão ativado de coco, bambu, casca de eucalipto ou quitosana, alternativas diversas são pesquisadas como: uso de bactérias; fungos para degradação de diversos corantes; utilização de reações diretas ou indiretas com o ozônio, que rompe ligações e forma moléculas menores, removendo a cor do efluente; degradação de compostos orgânicos por meio de fotocatalise heterogênea; processos oxidativos avançados do tipo Fenton; e utilização de tecnologias de membranas como nanofiltração e ultrafiltração, que possibilitam o reuso da água, são alguns exemplos (Kunz et al., 2002; Salvador et al., 2012). Embora todas apresentem bons resultados, nenhuma técnica isoladamente é capaz de purificar resíduos de natureza tão complexa, tanto em função da diversidade estrutural dos corantes têxteis quanto pela dificuldade de abarcar a reutilização da água, a remoção da cor, a diminuição do resíduo sólido e a menor toxicidade desse efluente.

A questão dos resíduos e do tratamento de efluentes torna-se crítica ao considerarmos que um diagnóstico ambiental, feito em 2005 pela Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Pernambuco nas lavanderias do município de Toritama, apontou que das 56 lavanderias industriais visitadas, 67% não apresentavam alvará e 100% delas não tinham licenciamento ambiental. Nesse âmbito, eram processadas ao mês de 3 mil a 95 mil peças de jeans, de acordo com o porte da lavanderia, e a produção de efluente industrial gerado estava na faixa de três a quatro mil metros cúbicos por mês (CPRH, 2005). Depois de São Paulo, Pernambuco é o estado com a maior produção de jeans do Brasil, seguido por Ceará, Goiás e Paraná (ABIT, 2010).

A partir dessas considerações, é possível observar que a produção do jeans, em geral, envolve um alto impacto ambiental, o que se deve à interação entre o elevado consumo que exigirá uma grande produção, e esta leva à geração de resíduos que são difíceis de tratar e, muitas vezes, chegam a corpos hídricos de maneira inadequada.

O jeans no ensino de química

Especialmente entre os jovens, o uso de calças e outras peças jeans é quase unânime, e sua relação direta com a moda e o consumo tornam o tema relevante para ser abordado

no meio educacional. Além disso, à sua produção, estão vinculados impactos ambientais, relações de trabalho nas indústrias de jeans, onde muitas vezes há exploração de mão de obra, aspectos diretamente relacionados ao consumo contemporâneo. O desenvolvimento tecnológico vinculado à produção de jeans e ao tratamento e redução de resíduos aliado à pesquisa científica são fatores relevantes para discussão, pois têm relação direta com o consumo e as criações da moda.

No ensino de química, há poucas propostas que apontam o jeans como meio para abordagem de conceito, como tema, ou mesmo como possibilidade de discussão de aspectos diversos citados acima. O trabalho de Amantea et al. (2010) propõe a utilização da história do jeans entrelaçada aos aspectos químicos, a partir da qual realizaram palestras em diversas escolas no estado de São Paulo, possibilitando a discussão desses aspectos com alunos de ensino médio. Pereira (2008) criou um módulo de ensino para a química orgânica, que apresenta dois experimentos relacionados ao jeans. Um deles, denominado *Desbotando a calça jeans*, possibilita abordar a oxidação de compostos orgânicos, e o outro, *Colorindo com o índigo*, traz como proposta de trabalho conceitos de solubilidade, interações intermoleculares, reações orgânicas e conjugação de ligações duplas. Nesse material, as reações

O desenvolvimento tecnológico vinculado à produção de jeans e ao tratamento e redução de resíduos aliado à pesquisa científica são fatores relevantes para discussão, pois têm relação direta com o consumo e as criações da moda.

orgânicas estão diretamente relacionadas ao desbotamento da calça jeans, aspecto desejável em muitas peças e desenvolvido em sua produção. O módulo produzido foi apresentado pelo autor a oito professores da educação básica para que estes avaliassem a viabilidade e a relevância deste como também apontassem falhas e sugestões. Um dos professores indica a importância da descoberta da rota sintética do índigo e sua relação com a geração de desemprego, enquanto outro salienta a influência que o domínio da ciência e tecnologia tem sobre um país (Pereira, 2008).

O jeans pode ser abordado no ensino médio a partir de estratégias de ensino variadas, e há diversos conceitos químicos que podem ser desenvolvidos e vinculados à sua produção e consumo. O conceito de solução está relacionado à solubilidade de corantes têxteis em água e seus impactos como o desbotamento das roupas e a poluição de rios e lagos. Estudar o conceito de concentração também pode envolver os mesmos aspectos citados acima, possibilitando cálculos de concentração com o volume de água contaminado na produção de uma calça jeans por exemplo.

As funções orgânicas podem ser abordadas a partir da estrutura molecular do índigo e da celulose, assim como de outros corantes e fibras têxteis, associado à nomenclatura de compostos orgânicos. As reações orgânicas estão presentes especialmente no desbotamento de calças jeans pelo uso de agentes oxidantes como cloro, ozônio e permanganato, e os polímeros tem relação direta no modo de formação da fibra de algodão.

Além dos aspectos supracitados, é possível usar questionamentos que podem servir tanto para identificar os conhecimentos dos estudantes sobre o tema quanto para gerar outras questões. Alguns exemplos são: De que maneira é possível explicar como ocorre o desbotamento das peças jeans após sucessivas lavagens?; Por que, muitas vezes, nas etiquetas das roupas e até das calças jeans, consta a orientação secar a sombra?; Como pode se explicar o desbotamento provocado em peças jeans por água sanitária?; Um tecido branco é inserido em uma solução de corante e, ao ser removido, apresenta a coloração da solução. Por quê? Esses são alguns questionamentos por meio dos quais se tem fatos cotidianos que podem ser explicados com o conhecimento químico, assim como trazer problemáticas sociais e cotidianas para os ambientes educacionais.

Para abordagem no ensino médio, propomos desenvolver esse tema vinculado aos conceitos de oxidação-redução. Um dos efeitos produzidos na indústria para dar um desgaste específico no jeans é a lavagem com permanganato de potássio e ditionito de sódio (conhecido comercialmente como hidrossulfito de sódio).

O tema pode ser desenvolvido a partir da discussão dos impactos sociais, econômicos e ambientais que o jeans produz na sociedade, tendo como enfoque a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que apresenta como objetivo desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade (Mortimer; Santos, 2002). Essa abordagem apresenta-se como meio de abordar aspectos como a produção e consumo de jeans, pois muitos espaços educacionais não discutem questões que envolvam aspectos científicos e tecnológicos e têm relações diretas com as vivências dos estudantes.

O enfoque do conhecimento químico pode ocorrer acerca da etapa de desbotamento produzido na indústria, que ocorre por meio de reações de oxidação-redução. O uso de diversos compostos químicos nesse processo tem relação direta com os impactos ambientais como, por exemplo, a poluição de rios, devido à complexidade do tratamento desses efluentes, assim como da falta de preocupação de muitas indústrias com esses aspectos. O rio Capibaribe, em Toritama (PE), é um exemplo de corpo hídrico poluído majoritariamente pelas lavanderias têxteis da indústria jeans. Questionamentos podem ser colocados aos estudantes como: Você usa vestuário jeans com aspecto de usado, envelhecido ou desbotado? Você conhece de que maneira esses efeitos são produzidos? Há alguma relação entre a química e o desbotamento de jeans?

Para realizar o experimento, em retalhos de jeans, para conferir desgaste semelhante ao produzido na indústria, visando ao estudo das reações de oxirredução, o permanganato pode ser reagido com ácido oxálico ou peróxido de hidrogênio. Nessa reação, ocorrerá a redução do manganês, que passará do estado de oxidação +7 para +2 devido à força do permanganato como agente oxidante, provocando a oxidação do índigo.

O retalho jeans é umedecido com a solução de permanganato de potássio (com auxílio de uma esponja), deixando reagir por aproximadamente cinco minutos e, então, este é inserido em água oxigenada comercial 10V ou solução de ácido oxálico.

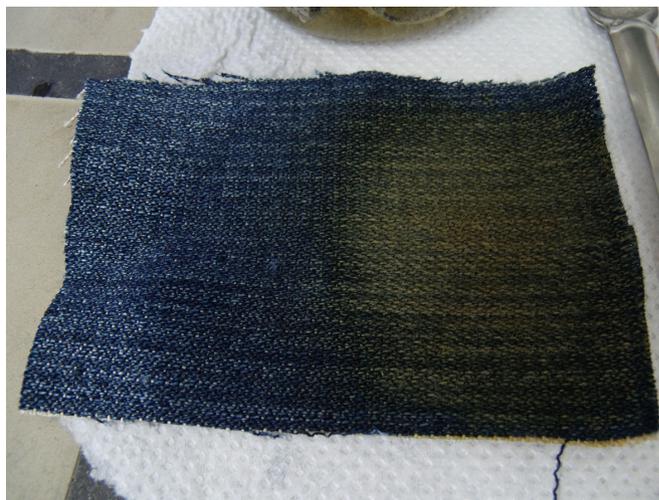


Figura 4. Retalho jeans cinco minutos após adição de permanganato.

Os mesmos resultados de desbotamento podem ser obtidos tanto com a reação 1) a partir da dissolução de um comprimido de 0,1g de permanganato de potássio em 50mL de água e reação com água oxigenada comercial 10V, conforme trabalho de Pereira (2008); ou 2) solução de permanganato de potássio aproximadamente 0,02 mol/L e solução de ácido oxálico aproximadamente 0,04 mol/L. A Figura 5 mostra, à esquerda, a reação com ácido oxálico e, à direita, o resultado do desbotamento localizado no retalho de jeans.

Tanto a reação com peróxido de hidrogênio quanto com ácido oxálico podem ser desenvolvidas na escola, mas sem isenção dos cuidados usuais de uma atividade experimental. Ambos produzem os mesmos efeitos de desbotamento devido à redução do permanganato, apesar de a concentração ao usar o comprimido de permanganato de potássio ser menor (aproximadamente 0,01 mol/L). Para um desgaste mais intenso, é indicado repetir o procedimento.

O permanganato de potássio provoca oxidação de moléculas do índigo, produzindo uma estrutura que contém um grupo ácido carboxílico e um grupo amida, permitindo a solubilização em água. Os íons permanganato são reduzidos inicialmente a óxido de manganês que tem coloração castanha (esquema 4). Ao reagir o tecido jeans com o ácido oxálico ou peróxido de hidrogênio, acontece a redução do óxido de manganês a íons manganês II que são solúveis em água e incolores. Além desses íons, há formação de água e gás oxigênio no caso do peróxido e água e dióxido de carbono no caso do ácido oxálico.

A reação de oxidação-redução entre o permanganato e o peróxido de hidrogênio pode ser estudada com a variação do número de oxidação do manganês ao longo do experimento, mas também a partir de seus potenciais de oxidação e redução.

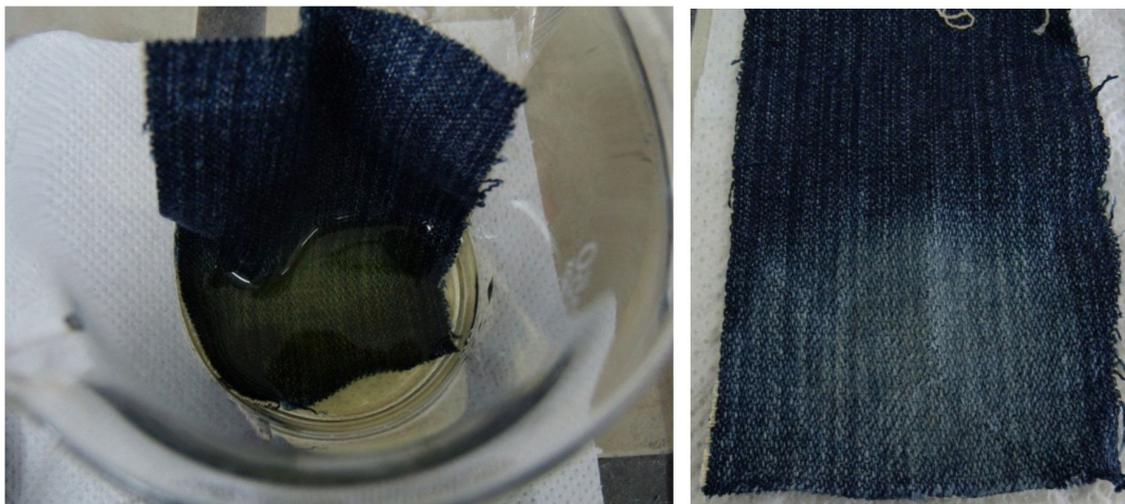
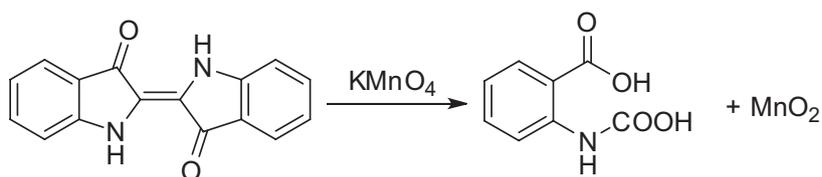


Figura 5. Resultado do processo de desbotamento localizado no jeans.



Esquema 4. Reação de oxidação do índigo.

O consumo de jeans tem crescido ao longo dos últimos anos, e a relação entre consumo e produção deve ser contemplada, por exemplo, por meio de reportagens que tragam problemáticas ambientais ou sociais envolvendo o jeans. Há muitos casos de poluição, principalmente de corpos hídricos, assim como exploração trabalhista e uso de mão de obra escrava em fábricas de vestuário jeans. Desse modo, propicia-se a reflexão acerca do consumo e das consequências sociais e ambientais que este envolve.

A integração entre conhecimento químico e situações sociais, que se inter-relacionam a aspectos políticos, éticos, científicos e tecnológicos, permite que esse conhecimento possa ser ampliado e vinculado a questões cotidianas, envolvendo os estudantes em situações nas quais a ciência e a tecnologia têm efeito direto nas condições sociais e ambientais das comunidades.

Considerações finais

O jeans pode ser um tema relevante para abordagem de conceitos químicos, pois além de propiciar o desenvolvimento de aspectos referentes ao consumo e à produção, possibilita aos estudantes estabelecer relações entre itens de seu vestuário, conceitos como ligações químicas, oxidação, redução e equilíbrio químico, associados a eventos comuns como desbotamento e tingimento de roupas.

Consideramos que os diversos pontos que podem ser desenvolvidos a partir do tema jeans permitem a discussão de inúmeras questões sociais, as quais deverão ser selecionadas pelo professor a partir das necessidades de seu contexto e/ou dos interesses dos estudantes. Além destas, aspectos como as

contribuições e os retrocessos que a ciência traz em âmbito social, tecnológico e econômico são pontos relevantes para a discussão no espaço escolar.

Acreditamos que o tema jeans, ao possibilitar diversos encaminhamentos frente ao ensino de conceitos químicos, configura-se como uma importante opção para ampliar a visão da própria ciência química e discutir os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade.

Sinara München (sinaramunchen@yahoo.com.br), licenciada em Química, mestre e doutoranda em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), é doutoranda em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde pela UFSM. Santa Maria, RS – BR. **Martha Bohrer Adaime** (adaimeccne@yahoo.com.br), graduada em Química Industrial pela UFSM, doutora em Química pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), é professor Titular da UFSM. Santa Maria, RS – BR. **Leinig A. Perazolli** (leinigp@iq.unesp.br), graduado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá, mestrado em Engenharia Química pela UNICAMP, doutorado em Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), é professor livre docente IQAr – UNESP. Araraquara, SP – BR. **Bruno Estevam Amantéa** (bruno.amantea@yahoo.com.br), graduado em Química pela UNESP. Araraquara, SP – BR. **Maria Aparecida Zaghete** (zaghete@iq.unesp.br), mestrado e doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais na UFSCar, é professora livre docente do Departamento de Bioquímica e Tecnologia de Química da UNESP. Araraquara, SP – BR.

Referências

- ABIT. Associação Brasileira de Indústria Têxtil e de Confecção. *Perfil do Setor em 2010*. Disponível em: <http://www.abit.org.br/site/navegacao.asp?id_menu=1&id_sub=4&idioma=PT>. Acesso em: 10 nov. 2013
- AMANTÉA, B.E.; ZAGHETE, M.A.; PERAZOLLI, L. A química e a história da calça jeans. In: CONGRESSO PAU-

LISTA DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA DA UNICAMP, 1, 2010. *Anais...* Campinas, 2010.

BALFOUR-PAUL, J. *Indigo a magical dye: geographical*. Circle Publishing, 2004. Disponível em: <<http://www.highbeam.com/doc/1G1-112353800.html>>. Acesso em: 08 maio 2014.

CATOIRA, L. *Jeans: a roupa que transcende a moda*. Aparecida: Ideias e Letras, 2006.

_____. *Moda jeans: fantasia estética sem preconceito*. Aparecida: Ideias e Letras, 2009.

CPRH. Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Pernambuco. *Diagnóstico ambiental das lavanderias de Toritama-PE*. 2005. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/toritama.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2014.

DALLAGO, R.M.; SMANIOTTO, A.; OLIVEIRA, L. C. A. Resíduos sólidos de curtumes como adsorventes para a remoção de corantes em meio aquoso. *Quim. Nova*, v. 28, n. 3, 433-437, 2005. Disponível em: <<http://quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/2005/vol28n3/12-AR04099.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2014.

EMBRAPA. *Algodão: tecnologias para redução de agrotóxicos*. 2004. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2000/artigo.2004-12-07.2411840073/>>. Acesso em: 10 maio 2014.

FARIA, P.; RETONDO, C.G. *Química das sensações*. São Paulo: Átomo, 2008.

FIGUEIREDO, G.C.; CAVALCANTE, A.L.B. Calça jeans produtividade e possibilidades sustentáveis. *Projética*, Londrina, v. 1, n. 1, dez/2010. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/projetica/article/view/7727>> Acesso em: 10 maio 2014.

GUARATINI, C.C.I.; ZANONI, M.V.B. Corantes têxteis. *Química Nova*, São Paulo, v. 23, n. 1, Fev. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-4042200000100013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 maio 2014.

GHIVELDER, Z. Levi Strauss: uma ideia de ouro. *Morasha*, 43, 2003. Disponível em: http://www.morasha.com.br/conteudo/artigos/artigos_view.asp?a=418&p=0. Acesso em: 18 maio 2014.

KIMURA, I.Y.; JUNIOR, A.C.G.; STOLBERG, J.; LARANJEIRA, M.C.M.; FÁVERE, V.T. Efeito do pH e do tempo de contato na adsorção de corantes reativos por microesferas de quitosana. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, jul./set., 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/po/v9n3/6170.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2014.

KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; MORAES, S.G.; DURÁN, N. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. *Quim. Nova*, v. 25, n. 1, 78-82, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v25n1/10428.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2014.

LE COUTEUR, P.M.; BURRESON, J. *Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

LIMA, F.; FERREIRA, P. *Índigo: tecnologia, processos, tingimento e acabamento*. [S.l.]: Artes Gráficas, 2001.

LV, L.; HUIGUANG, Z. *Jeans*. Barcelona: Monsa, 2007.

MELO, J.S.; MELO, M.J.; CLARO, A. *As moléculas da cor*

na arte e na natureza química, 101, abr/jun, 2006. Disponível em: <http://www.spq.pt/boletim/docs/boletimSPQ_101_044_09.pdf> Acesso em: 10 maio 2014.

MONTEIRO, Q.F. *A história do jeans*. 2010. Disponível em: <<http://queilaferraz.fashionbubbles.com/historia-da-moda/historia-do-jeans-evolucao-de-fits-e-lavagens-parte-34/>>. Acesso em: 10 maio 2014.

PASCHOAL, F.M.M.; TREMILOSI-FILHO, G. Aplicação da tecnologia de eletrofloculação na recuperação do corante índigo blue a partir de efluentes industriais. *Química Nova*, v. 28, n. 5, 766-772, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n5/25897.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2014.

PEREIRA, C. L. *A história da ciência e a experimentação no ensino de química orgânica*. 2008. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em: <http://btd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3709>. Acesso em: 18 maio 2014.

QUINTERO, L.; CARDONA, S. Tecnologías para La decoloración del tinte índigo e índigo carmim. *Dyna*, v. 77, n. 162, p. 371386. Medellín, 2010. ISSN 00127353. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/496/49615023017.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2014.

ROSSI, T. *Corantes naturais: fontes, aplicações e potencial para uso da madeira*. 2008. Disponível em: <<http://www.ipef.br/tecprodutos/corantes.asp>>. Acesso em: 10 maio 2014.

SALVADOR, T.; MARCOLINO, L.H.; PERALTA-ZAMORA, P. Degradação de corantes têxteis e remediação de resíduos de tingimento por processos fenton, foto-fenton e eletro-fenton. *Quim. Nova*, v. 35, n. 5, 932-938, 2012.

SCHWARCZ, J. *Barbies, bambolês e bolas de bilhar: 67 deliciosos comentários sobre a fascinante química do dia a dia*. Rio de Janeiro: Zahar, 1999.

SHREVE, R.N.; BRINK, J.A. *Indústrias de processos químicos*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1997.

SOTTORIVA, P.R.S. *Degradação de corantes reativos utilizando-se processos oxidativos avançados*. Curitiba, 2002. 114 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

VASQUES, A.R. et al. Adsorção dos corantes RO16, RR2 e RR141 utilizando lodo residual da indústria têxtil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, n. 16, 2011.

VITA, S.; LUNA, F.J.; TEIXEIRA, S. Descrições de técnicas da química na produção de bens de acordo com os relatos dos naturalistas viajantes no Brasil colonial e imperial. *Quim. Nova*, v. 30, n. 5, 1381-1386, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v30n5/a55v30n5.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2014.

VUOREMA, A. *Reduction and analysis methods of indigo*. University of Turku, Finland, 2008. ISBN 978-951-29-3782-0. Disponível em: <<https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/42825/AI388%20Vuorema.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2014.

ZANONI, M.V.B.; ALVES, P. O descarte dos corantes têxteis. *Ciência Hoje*, n. 174, v. 29, 2001.

Abstract: *Jeans: the relationship between scientific, technological aspects and social for Chemistry Teaching*. This article shows the history and changes of jeans, according to the fashion trends and culture, throughout the 20th century. The tincture processes are approached in the chemical knowledge perspective, as well as its relations with technology, environmental and social impacts. Some topics that can be developed in the teaching of chemistry in high school from the jeans topic are pointed out and, specifically, it is proposed the jeans approach for the study of the oxidation-reduction concept.

Keywords: jeans; indigo ink; tincture process.