
Fátima Paixão, Mariette Pereira, António Cachapuz



CORANTES, COR e LUZ

**Recursos didácticos para um Projecto com orientação
Ciência, Tecnologia e Sociedade**



UNIVERSIDADE DE AVEIRO
DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA E TECNOLOGIA EDUCATIVA

ÍNDICE

1. Introdução	3
2. Abordagem Ciência Tecnologia e Sociedade e Ensino por Projecto	5
2.1. Abordagem Ciência Tecnologia e Sociedade	7
2.2. Ensino por Projectos	8
3. O centro de interesse do Projecto	11
4. Proposta geral do percurso para o desenvolvimento do Projecto	15
5. Os recursos didácticos	21
5.1. Textos de apoio	22
5.2. Protocolos experimentais	33
5.3. Orientações para as visitas de estudo	45
5.4. Propostas de avaliação	47
6. Avaliação do Projecto	51
7. Nota Final	53
8. Bibliografia	55
9. Anexos – Imagens	

1. Introdução

Sabendo como é importante a existência de propostas didácticas que contribuam para a melhoria do ensino das Ciências da Natureza e Experimentais, decidimos divulgar a fundamentação, os recursos didácticos construídos e o percurso de um Projecto¹ que os autores conceberam e implementaram². A designação de Ciências da Natureza e Experimentais, que aqui adoptamos, incluem actualmente disciplinas ou áreas de estudo nos ensinos básico e secundário como a Física e Química, a Biologia, a Ecologia, as Ciências da Vida e a Geologia, entre outras.

Boas propostas e bons recursos didácticos não constituem, de por si, garantia de bom ensino, mas ninguém duvida de que são um aspecto valioso e que os exemplos de sucesso em práticas de ensino, quando divulgados, podem constituir motivo de incentivo para outros professores, pelas mais diversas razões. Numa publicação com a finalidade que apontámos³, o percurso e os materiais construídos e validados pelos professores que os foram aplicando sucessivamente nas suas aulas ou em espaços e tempos extra curriculares, são elementos preciosos. Portanto, quer sejam para usar tal como aqui os incluímos ou para serem ajustados a realidades próprias, deixamos uma proposta de percurso didáctico e os respectivos recursos necessários à sua implementação, com os quais tivemos êxito, quando os utilizámos.

O facto de o Projecto aqui apresentado ter como ponto de partida um local e contexto particulares, nada impede de se usarem as sugestões e os recursos noutros contextos similares ou, então, de os professores se servirem desta proposta como motivação para procurarem nas suas regiões centros de interesse para projectos com a fundamentação didáctica do que se apresenta. Por certo não lhes faltarão⁴.

Vale a pena deixarmos uma mensagem de encorajamento afirmando que, quando partimos para este projecto, desconhecíamos mais do que conhecíamos sobre o centro de interesse (os bordados de Castelo Branco) e a temática dos corantes, em especial nas vertentes que se mostraram necessárias para o desenvolvimento e implementação

¹ Projecto Ciência Viva PIV 1915: As Cores da nossa Terra: Química dos Corantes dos Bordados de Castelo Branco

² O Projecto tem sido desenvolvido ao longo de alguns anos, desde 1999, em diferentes escolas e por diversos professores.

³ O Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro tem publicado várias monografias com estratégias e recursos didácticos para temas concretos de diferentes disciplinas e áreas de Ciências.

⁴ As Salinas de Aveiro podem ser, apenas a título de exemplo, um bom ponto de partida para o desenvolvimento de um Projecto nessa região.

do Projecto, também não constituiu impedimento. Esses aspectos, afinal, constituíram mais um desafio do que um entrave.

A publicação está organizada em seis partes interligadas. A primeira tem como intenção situar, do ponto de vista da sua fundamentação didáctica, a proposta que depois se apresenta: Orientação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e Desenvolvimento de Projectos, e que se integram na perspectiva de Ensino por Pesquisa (EPP). De seguida, deixamos algumas notas sobre o centro de interesse escolhido como ponto de partida e contextualização para este Projecto, para dar mais sentido ao leitor quando estiver a analisar as propostas metodológicas e os recursos apresentados: o Bordado de Castelo Branco.

Segue-se a apresentação da proposta geral de um percurso que pode ser seguido. Ele não o foi de igual modo em todas as escolas intervenientes, por alguns motivos que se prendem com a natureza das tarefas propostas ou por outros constrangimentos. Contudo, quando foi aplicado de modo integral, mostrou-se adequado e o seu interesse foi reconhecido pelos que nele participaram. Nesta secção incluem-se indicações metodológicas e científicas como, por exemplo, indicações para a elaboração dos relatórios por parte dos alunos, indicações para a preparação de visitas de estudo, sugestões práticas para o desenvolvimento de alguma actividade, entre outros aspectos...

No capítulo mais extenso apresentam-se os recursos didácticos: alguns textos utilizados, os protocolos experimentais, protocolos de visitas de estudo e aspectos respeitantes a avaliação dos alunos.

Deixamos também alguns dados sobre resultados da avaliação do próprio Projecto por alunos participantes e por professores envolvidos, como contributo para uma validação da proposta sugerida.

Fornece-se uma lista (não extensa, mas provavelmente útil) de referências bibliográficas que podem ajudar a desenvolver as perspectivas didácticas a que nos referimos ou a melhor fundamentar temas e conceitos que se abordam no projecto. Por fim, apresentam-se, em anexo, algumas imagens que documentam a aplicação do Projecto.

Estiveram envolvidas cinco escolas do distrito de Castelo Branco,⁵ contamos com 15 professores directamente implicados e participaram mais de 500 alunos dos ensinios básico e secundário⁶. Além disso, foi também desenvolvido no âmbito de um curso de formação de professores de Ciências e Matemática para o segundo ciclo do ensino básico.

Dado que o Projecto se integrava no Programa Ciência Viva, foi possível a aquisição de material de laboratório e reagentes que foram, quando a situação o justificou, entregues a diferentes escolas participantes. Apesar de o Programa Ciência Viva não ser um programa de formação ou de investigação⁷, podemos dizer que, em maior ou menor dimensão, ambas estiveram presentes.

É nosso dever agradecer a todos aqueles, professores e alunos, que muito se empenharam no desenvolvimento e aplicação do Projecto sugerido. Mas igualmente este Projecto não teria sido possível sem o bom acolhimento que teve por parte das instituições nas quais se desenvolveram actividades. De um modo particular, deixamos a expressão do nosso reconhecimento institucional à Universidade de Aveiro, ao Instituto Politécnico de Castelo Branco e à Universidade de Coimbra. Por fim, agradece-se o apoio financeiro da Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica, através do Programa Ciência Viva.

⁵ Escola Secundária Faria de Vasconcelos de Castelo Branco, Escola Básica 2,3 Afonso de Paiva de Castelo Branco, Escola Frei Heitor Pinto da Covilhã, Escola Básica e Secundária de Proença-a-Nova, Escola Básica da Sertã.

⁶ Este número diz respeito ao primeiro ano de aplicação do Projecto que, contudo, continuou nos anos seguintes mas já sem contabilização directa do número de alunos envolvidos.

⁷ O Programa Ciência Viva apresenta-se como um Programa de Inovação, visando o desenvolvimento da actividade experimental na aprendizagem das Ciências.

2. Abordagem Ciência Tecnologia e Sociedade e Desenvolvimentos de Projectos

2.1. Abordagem Ciência Tecnologia e Sociedade

As metas educacionais definidas actualmente para os Sistemas Educativos modernos apontam sempre para a integração da pessoa humana, para a cultura, para a compreensão do mundo em que se insere, para a necessidade de assumir responsabilidades de natureza cívica, para o bem estar, para a comunicação, para o exercício da liberdade e da cidadania. De modo consciente, as finalidades da formação científica dos jovens, em particular dos que não seguem carreiras científicas, mas também desses, devem apontar para a compreensão das ciências, da tecnologia, do ambiente, das relações entre umas e outras, das implicações na sociedade e do modo como os conhecimentos e os contextos sociais e culturais se manifestam nos objectos de estudo da ciência e da tecnologia. Ou seja, a educação em ciência deve convergir para a literacia científica, relacionando a ciência com o quotidiano, proporcionando aprendizagens úteis e atractivas.

Perspectivas actuais de ensino valorizam cada vez mais a abordagem de temas através de situações problema ou de centros de interesse, com vantagem dos que se apresentam ligados ao quotidiano e que permitam uma reflexão sobre os processos da ciência e da tecnologia, que procurem a compreensão adequada de conceitos científicos associados, que dêem atenção às inter relações entre a sociedade, o ambiente, a cultura e outras dimensões que entram na vida de cada um e de todos... A perspectiva de Ensino por Pesquisa (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002) fundamenta, do ponto de vista didáctico, a adopção das metas educacionais apontadas.

Em particular, a orientação CTS sustenta uma prática de ensino direccionada para tais finalidades (Acevedo-Díaz, 2004). Nesta orientação, as temáticas adequadas devem ser reais, valorizando contextos locais, regionais ou outros que fisicamente afastados sejam próximos da realidade quotidiana e sejam do interesse dos alunos (Paixão, 2005); devem dar respostas à necessidade de clarificação de ideias anteriores dos alunos e, desejavelmente, envolvê-los em actividades práticas de carácter investigativo (Caamaño, 2002).

A compreensão das relações que estabelecemos com o Mundo, natural e social, é a mais valia para o exercício livre da cidadania. Cada vez é mais longínqua a

possibilidade de se conhecer tudo bem e está igualmente afastado o interesse de uma especialização profunda numa única direcção, ignorando as inúmeras áreas de fronteira bem como a relevância de uma área de conhecimento para o mundo natural e social. Deste modo, e numa sociedade em que o acesso à informação é facilitado, um caminho educativo profícuo é aquele que contribua, durante a formação básica e secundária dos jovens, para o alargamento da sua cultura e o desenvolvimento de competências transversais, que favoreçam a construção da sua condição cidadã (Cachapuz, Sá-Chaves e Paixão, 2004).

Querendo proporcionar aos alunos uma aprendizagem mais útil, mais significativa e que, ao mesmo tempo, se traduza num maior interesse pela ciência e pela escola, a abordagem de temáticas de orientação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) parece ser a que mais se adequa às metas educacionais apontadas e com as quais concordamos.

Deste modo, convém reforçar que não é só o corpo de conhecimentos ou de processos da ciência que são suficientes, mas sim a garantia de que as aprendizagens se tornem úteis no quotidiano de quem aprende, ou seja, na integração e no desenvolvimento pessoal e social, como membros activos de uma comunidade local e de um mundo global (Martins, 2006).

Retomando a perspectiva do Ensino por Pesquisa, é o sentido de educação e não o sentido de instrução que orienta o professor na escolha, preparação e condução dos percursos e das actividades de aprendizagem dos seus alunos. Ao mesmo tempo tendo em mente conceitos, processos, atitudes... que em conjunto contribuam para a formação global dos cidadãos.

2.2. Desenvolvimento de Projectos

Uma das formas de explorar, na prática, a perspectiva de Ensino por Pesquisa consiste no desenvolvimento de Projectos. As aprendizagens devem resultar de um grande envolvimento do aluno em actividades de pesquisa e de resolução de problemas. Outros aspectos devem igualmente ser contemplados tais como a cooperação entre os alunos e entre estes e o professor ou professores, a autonomia e a responsabilidade. Dos traços gerais de um Projecto, sobressai que pressupõe objectivos com significado para os alunos, sustentados em problemáticas reais que dão sentido e unidade às várias tarefas. Além disso, a ligação com a comunidade, o carácter prolongado, o carácter aberto e interdisciplinar das temáticas, a planificação

antecipada dos trabalhos a desenvolver, a concepção de um produto ou produtos finais, são outros aspectos que, desejavelmente, estão contemplados num ensino através de Projectos⁸. Ou seja, o que queremos dizer é que há aspectos que vão muito para além dos aspectos do mero conteúdo científico. Não quer dizer que este é, sequer, secundário, o que quer dizer é que há aspectos de natureza diversa que também têm que ser tidos em conta num ensino significativo para os alunos. Trata-se de aspectos contextuais e processuais que representam uma componente afectiva, cada vez mais tida como relevante na aprendizagem e nas decisões que se tomam na vida real e muitas das quais têm ligação com decisões de natureza tecnocientífica (Acevedo et al., 2005).

Os Projectos permitem o desenvolvimento de competências sociais, relacionar a teoria com a prática, promover a interdisciplinaridade e a multidisciplinaridade, relacionar contextos diversos, de modo especial ligar aspectos sociais, tecnológicos e científicos com os conteúdos escolares.

É por isso que, no início, o professor se deve assegurar de que os alunos consideram o ponto de partida do Projecto como um verdadeiro e real centro de interesse (de preferência apresentado na forma de uma situação problemática), compreendem a importância do trabalho que vão desenvolver e se entusiasma com ele. Em geral, aspectos ligados ao meio próximo sempre lhes despertam mais interesse. De igual modo, aspectos como a cultura local e a história da ciência aumentam o interesse e a motivação do aluno, ao mesmo tempo que demonstram que a ciência é mutável e alterável e desenvolvem melhor relação e melhor atitude pública para com ela, ajudam a estabelecer relações que antes pensavam inexistentes e inacessíveis e humanizam a ciência e a tecnologia. Também a promoção da interdisciplinaridade é um factor relevante na escola para o sucesso dos Projectos, representando uma integração de disciplinas/áreas combinando aspectos de mais do que uma, trazendo para uma aspectos da outra; pode, ou não, ocorrer planificação conjunta de professores de disciplinas diferentes. Um outro cuidado a ter diz respeito à constante ligação entre o centro de interesse/situação problemática inicial e as diferentes actividades que vão sendo propostas e as tarefas que vão sendo resolvidas. O Projecto só está concluído quando se obtém resposta, que pode não ser simples e directa, para a situação inicial,

⁸ Um guia para a elaboração de Projectos, com um exemplo concreto e uma extensa lista de bibliografia específica, pode ser consultado livremente em:

<http://quimica-na-web.planetaclix.pt/curricul/projectos/pag0.htm>

quando se obtêm os produtos que se pretendiam ou procuravam e quando se avalia efectivamente o trabalho desenvolvido.

Portanto, um ensino que combine estes diferentes aspectos é, por certo, atractivo para os alunos.

Do modo apontado, se compreende a estreita ligação entre a orientação Ciência Tecnologia e Sociedade e o desenvolvimento de Projectos e também o modo como estas duas abordagens se inscrevem na perspectiva de Ensino por Pesquisa.

Usando esta fundamentação, aqui apontada de modo muito breve mas que algumas referências bibliográficas do final podem ajudar a aprofundar, a leitura e análise da proposta que se apresenta toma um melhor sentido didáctico.

3. O centro de interesse do Projecto

O bordado de Castelo Branco

O bordado de Castelo Branco reconhece-se pelas suas temáticas decorativas predominantes, apesar da diversidade de composições, mas também pelos materiais com os quais é elaborado, pela técnica empregue e pelos coloridos ímpares.

As colchas são as peças mais representativas (Pinto, 1993), contudo surgem outras diferentes e de menor tamanho, conforme a utilidade (p. ex., almofadas e painéis decorativos) e também porque se trata de um produto muito encarecido pelo elevado valor dos materiais que envolve e da manufatura altamente especializada que exige.

Origens

Terá tido início em Portugal, supostamente pelos finais do século XVII, por influência dos bordados orientais, ou seja, é de influência indo-portuguesa. Tal influência está patente na estrutura decorativa, no simbolismo, nos pontos e no colorido e manifesta-se, principalmente, na estrutura das colchas eruditas. Estas, quase sempre, organizam-se a partir de um medalhão no centro, geralmente temático, circundado por um campo mais vasto e profusamente decorado. Por vezes apresentam outros medalhões, nos cantos. Têm barra e franja. São facilmente identificáveis alguns desses elementos de estrutura na colcha que ilustra a capa desta publicação ou na da figura 1 do anexo de fotografias.

As colchas de Castelo Branco mais eruditas, em geral, não integram a figura humana; as populares apresentam, com frequência, figuras individuais ou pares. Apesar do que antes disséramos, este é um aspecto que foi colhido na colcha oriental dos cinco sentidos.

Simbolismo e pontos

Ao longo dos tempos, as colchas foram sendo copiadas, na totalidade ou em parte, e neste caso, por certo que os motivos seriam adaptados simbolicamente a quem as bordava. Bordadas pelas raparigas para a cama de casamento, eram depois guardadas e algumas vezes exibidas nas janelas e sacadas para a passagem da procissão, em dia de festa. Nestas intenções e utilizações radica o simbolismo dos motivos decorativos.

Predominam motivos vegetalistas e animalistas. Por detrás de cada elemento se escondem (ou mostram!) os sentimentos de quem a bordava. Assim, e a título de exemplo, algumas vezes o namorado era representado por uma ave, o amor do homem pelo cravo e o da mulher pelo lírio, os beijos por miosótis, os abraços por gavinhas e as saudades do amor ausente pela folha de hera.

A árvore da vida surge com frequência e vai buscar antigos simbolismos associados à vida e à fertilidade, na exuberância da cor e na profusão de elementos animais e vegetais. Exibe, em geral, raízes e caule robustos que suportam todos os outros elementos, pássaros, ramos e flores.

É, em geral, um bordado de seda sobre linho. São muito variados os pontos usados. O ponto cadeia terá sido um dos principais trazidos do oriente. Usam-se também nas colchas de Castelo Branco pontos que fazem lembrar o crivo e outros menos comuns. Mas o ponto que tomou o nome da cidade é o chamado "frouxo". Cobre as extensões maiores, os cravos espalmados, o caule ou as raízes da árvore da vida. Apenas é recoberto o lado direito do bordado, pois a agulha atravessa o linho e volta imediatamente a emergir bem junto a esse ponto, para recobrir apenas esta face do bordado. Só com um bastidor, em que o linho esteja muito bem esticado, é possível bordá-lo.

De tarefa individual a *ex libris* da cidade

Começou por ser uma tarefa individual, com aplicação exclusivamente doméstica, com produção caseira de linho e de seda e preparação de corantes naturais.

Sobreviveu latente, sendo revalorizado nos meados do século XX, e relançado com a criação da Oficina-escola no Museu Proença Tavares Júnior de Castelo Branco, em 1975. Actualmente também a Associação para o Desenvolvimento da Raia Centro-Sul (ADRACES) promove entusiasticamente o Bordado de Castelo Branco como património cultural com elevada potencialidade no desenvolvimento regional. Muitas mulheres bordam pequenas peças que vendem, colaborando na economia doméstica.

A indústria associou-se, em larga escala, com a tecelagem do linho, a produção industrial de corantes e processos tecnológicos industriais de tingimento. Mas, na região, a Covilhã guarda, no Museu dos Lanifícios, memória dos processos de uma tecnologia ancestral do fabrico de tecidos e do seu tingimento com corantes naturais.

Aliás, trata-se de um museu de sítio, exactamente no edifício que foi a Real Fábrica dos Panos mandada construir pelo Marquês de Pombal, no século XVIII.

Na Oficina-escola do Museu de Castelo Branco trabalham agora várias bordadeiras e, até há bem pouco tempo, ainda algumas das antigas "mestras" que passaram "de memória" os saberes tradicionais e que ajudaram a reviver e recuperar essa arte de colorido ímpar – é hoje *ex libris* da cidade e da região.

Cores e corantes no bordado de Castelo Branco

O linho usa-se, geralmente, em cru, ou seja, sem ser sujeito a qualquer processo de tingimento. Nalgumas peças, embora raramente, surge tingido. A seda natural é tingida de diversas cores e, algumas vezes, utilizando apenas uma ou duas cores, variam as tonalidades. Aliás, a policromia exuberante ou monocromatismo ou dicromatismo (amarelo ouro e ou azul...) são marcas da sua identidade.

O tingimento das fibras implicava a preparação de corantes de origem animal e vegetal, a partir de cochonilha, camomila, casca de cebola, casca de noz verde, garança ou erva ruiva, folhas de chá, lírios amarelos e lírios roxos, líquenes, pau campeche, açafão, anil, sândalo, pastel...

A plantação de espécies tintureiras foi amplamente incrementada nos séculos XVIII e XIX, e nomeadamente na região das beiras, exactamente para fornecer a matéria-prima às indústrias de lanifícios.

Os corantes preparavam-se por processos simples, como por exemplo, extracção directa em solução ou arrasto de vapor. Recorre-se, actualmente, a processos industriais de síntese dos corantes e de tingimento, como atrás se dizia.

O breve percurso pelo bordado de Castelo Branco ajuda a ter presente o centro de interesse do Projecto que desenvolvemos.

4. Proposta geral do percurso para o desenvolvimento do Projecto

O percurso de actividades desenvolvido em cada turma foi ajustado nas respectivas escolas pelos professores, atendendo a alguns factores particulares⁹. Contudo, podemos considerar o esquema geral do desenvolvimento do Projecto, o que a seguir se apresenta, uma vez que foi aquele que foi proposto e todas as actividades apresentadas foram realizadas no conjunto de todas as escolas participantes:

- I - Contexto - Olhar atento sobre a cidade e visita ao Museu Tavares Proença Júnior de Castelo Branco
- II – Pesquisa sobre fibras, luz, cor, corantes, plantas tintureiras, evolução dos corantes
- III – Recolha de plantas tintureiras
- IV – Actividades experimentais na escola - Extracção dos corantes naturais
- V – Actividades experimentais na escola: Síntese química de corantes artificiais
- VI – Contacto com o mundo da indústria - Visita a fábrica de têxteis da região
- VII – A perspectiva da investigação em Química - Visita a laboratórios de investigação
- VIII – Aspectos históricos do desenvolvimento das indústrias têxteis e tingimento - Visita ao Museu dos Lanifícios da Universidade da Beira Interior, Covilhã

Desenvolvimento das Actividades

I - Contexto do Projecto

Esta primeira fase implica uma Visita ao Museu Tavares Proença Júnior de Castelo Branco e, se possível e desejável, um olhar atento e orientado sobre a cidade para encontrar os laços que a unem ao seu bordado tradicional. É fácil observar os mesmos motivos decorativos em calçada portuguesa de passeios públicos da cidade ou mesmo em fachadas de edifícios.

A ligação dos bordados à cidade é, como já o dissemos, o ponto de partida do Projecto, o seu centro de interesse.

⁹ Basta pensar que algumas actividades apenas se destinam a alunos do ensino secundário e também participaram no Projecto escolas básicas.

A visita ao Museu Francisco Tavares Proença Júnior¹⁰ contempla, de modo particular, a colecção de colchas e a Oficina-escola do bordado de Castelo Branco. Deve ser cuidadosamente preparada pelo professor da turma, mediante uma motivação inicial para o desenvolvimento do Projecto. Foi organizado um protocolo específico (ver 5.3).

A visita é conduzida e orientada por um técnico. O Museu tem, fruto de recente remodelação, uma exposição dedicada ao linho. Neste momento tem também, embora muito reduzida, uma referência à seda.

Alguns dos alunos que visitaram o Museu, e que pudemos acompanhar, foram muito sensíveis às bordadeiras trabalhando em conjunto na mesma peça, com uma enorme precisão e dedicação, seguindo as orientações do desenho riscado sobre o linho e, em particular, seguindo a orientação das cores marcadas num modelo de papel vegetal.

Na sequência da visita é elaborado um relatório pelos alunos.

II – Pesquisas sobre fibras, luz, cor, corantes, plantas tintureiras, evolução dos corantes

Os assuntos propostos para pesquisa têm como finalidade conhecer melhor o bordado de Castelo Branco e compreender diversos elementos imprescindíveis para se obterem os corantes com que se tingem e tingiram as sedas do bordado, aspecto que motivou os alunos a envolverem-se no Projecto.

Cada um dos temas apontados é passível de constituir um sub-projecto a desenvolver por um grupo de alunos sob orientação do professor e podendo envolver o contributo de professores de outras áreas, numa perspectiva interdisciplinar e ou multidisciplinar (fotos de trabalhos resultantes de pesquisas dos alunos em anexo: figs. 3 e 4).

Da pesquisa bibliográfica e etnográfica resulta informação sobre as fibras e as plantas e animais tintureiros, sobre os corantes e pigmentos naturais e artificiais e sobre a história de processos e técnicas de extracção e tingimento, em particular os utilizados no tingimento das sedas para o bordado de Castelo Branco.

O primeiro aspecto, dado tratar-se de fibras de origem vegetal e animal, o linho e a seda, respectivamente, pode estabelecer pontes com as disciplinas ou áreas da

¹⁰ Este Museu está integrado na rede nacional de Museus, do Instituto Português dos Museus (IPM) e centra-se no "bordado e artes aplicadas ao tecido".

Biologia ou das Ciências da Vida ou até das Artes e das Tecnologias. Compreender os conceitos associados à estrutura da matéria e à radiação electromagnética, é indispensável para encetar um estudo de corantes e integra a Física e a Química. Ainda no que respeita aos conceitos de luz e cor estabelecem-se, de novo, facilmente e necessariamente, ligações com a Educação Visual. É interessante propor aos alunos a comunicação e partilha dos resultados das suas pesquisas sobre fibras, luz e cor, antes de avançarem para a pesquisa sobre corantes e tingimento, já que sobre aqueles conhecimentos se alicerça a compreensão do conceito de corante e do processo de tingimento, que são aspectos centrais no Projecto.

As pesquisas sobre plantas e animais tintureiros geram sempre informações que agradam aos alunos e que os aproximam muito de aspectos centrais do Projecto, na procura das respostas às suas interrogações iniciais. É indispensável obter uma lista de corantes usados no tingimento da seda para o bordado, para se poder avançar nas actividades. Os alunos recolhem informação sobre algumas espécies tintureiras e sobre as substâncias químicas presentes nos corantes naturais inicialmente usados para tingir as fibras (linho e seda) das colchas de Castelo Branco. Podem, com o material recolhido, preparar cartazes para expor nas suas salas de aula ou na escola.

Para a pesquisa relativa à evolução dos corantes, constituem boas referências livros de história da arte e de técnicas de pintura; para aspectos históricos específicos dos corantes e do tingimento, o livro de Delamare e Guineau (2000) é uma obra-prima, nomeadamente pelas ilustrações que exhibe. É evidente a existência de pontes entre a Química e a Arte, através do recurso à história destes domínios do conhecimento, em geral tidos como afastados.

Alguns aspectos directamente relacionados com a síntese química dos corantes são marcos fundacionais da própria Química Orgânica e criam uma boa oportunidade para os alunos terem mais informação sobre aspectos relacionados com a construção do conhecimento na ciência química.

No caso concreto da implementação do Projecto, alguns dos alunos envolveram-se em pesquisas em lugares diversos, nomeadamente na Biblioteca Municipal, na Biblioteca do Museu, na Biblioteca da respectiva escola, realizaram entrevistas a pessoas ligadas a alguns dos aspectos abordados e, também, é claro, efectuaram pesquisa na Internet.

Alguns alunos do ensino secundário e estudantes de um curso de formação de professores¹¹ fizeram igualmente uma pesquisa sobre a história, recente de pouco mais de um século, dos corantes sintéticos.

III – Recolha de plantas tintureiras

Esta fase consiste na recolha de algumas espécies vegetais, com vista à extracção dos corantes. São fáceis de encontrar a camomila, a casca verde de noz, a casca de cebola, os agapantos azuis, as papoilas, os lírios roxos e amarelos. Com algumas destas espécies os alunos desenvolvem as actividades da fase seguinte.

IV – Actividades experimentais na escola: Extracção de corantes naturais

A extracção de corantes naturais envolve procedimentos e técnicas acessíveis quer a alunos do ensino básico quer a alunos do ensino secundário (anexo de fotografias, fig. 5). Trata-se da obtenção de corantes naturais a partir das plantas: a juglona da casca verde de noz, a apigenina das flores de camomila, a flavona da casca de cebola, a cianidina dos lírios....

São usadas algumas técnicas laboratoriais simples tais como a preparação de soluções, a destilação, o arrasto de vapor ou a extracção por solventes. Em seguida os corantes utilizam-se para tingir fios, meadas ou tecidos. Além da seda, é interessante propor o tingimento de fios de outras fibras (por exemplo, lã e algodão) e também de panos (tecidos de algodão ou linho, por exemplo). Podem, deste modo, ser identificadas algumas propriedades dos corantes naturais, sistematizando o seu comportamento físico e químico, relativamente a cada fibra e no que respeita à resistência à água e outros solventes, à lixívia, ao aumento de temperatura, à luz... É uma boa oportunidade para ligar estes aspectos à identificação dos símbolos de manutenção dos produtos têxteis que fornecem ao consumidor informação relativa a lavagem, branqueamento, passagem a ferro ou limpeza a seco, entre outros.

Outra das actividades experimentais consiste no uso de mordentes para fixar os corantes às fibras e para obter uma grande variedade de cores.

¹¹ Na convicção de que é importante que os futuros professores desenvolvam projectos semelhantes aos que podem pôr em prática com os seus futuros alunos, estudantes da Escola Superior de Educação de Castelo Branco do Curso de Formação de Professores de Matemática e Ciências da Natureza também realizaram o Projecto.

Sempre que se obtinham corantes eles eram comparados com as cores dos bordados de Castelo Branco, em particular com as das colchas antigas (anexo de fotografias, fig. 8 e 10).

Todas as actividades experimentais foram conduzidas por Protocolos (ver os protocolos experimentais em 5.2).

Os alunos realizaram Relatórios das actividades experimentais constituindo estes uma boa oportunidade para a sistematização de muitos aspectos científicos e técnicos (anexo de fotografias, fig. 7).

V – Actividades experimentais na escola – Síntese Química de corantes artificiais

O conjunto das actividades a que agora nos referimos dirige-se a alunos do ensino secundário e ou do ensino superior (ver protocolos em 5.2).

Trata-se de síntese química de corantes artificiais (alizarina, juglona, corantes azóicos...) que implicam conceitos e técnicas que os alunos do ensino secundário, e em particular os de 12º ano, já podem compreender e realizar (anexo de fotografias, fig. 6).

São, do mesmo modo que para os corantes naturais, usados mordentes e procede-se também ao tingimento de fibras naturais (linho, seda, algodão e lã) com os corantes sintetizados. De igual modo, são também identificadas as propriedades dos corantes sintetizados.

VI – Contacto com o mundo da indústria

Esta actividade consiste na visita a uma fábrica de têxteis que faça o tingimento dos fios e ou dos tecidos produzidos. Apenas alguns grupos, poucos, tiveram oportunidade de realizar esta actividade visitando uma fábrica de têxteis da região da Covilhã. Para os que tiveram oportunidade de realizar esta actividade, ela mostrou-se muito enriquecedora. Os alunos puderam contactar com processos industriais actuais de tingimento e com tecnologias de controlo de qualidade, em processos que implicam a produção em larga escala.

VII – A perspectiva da investigação em Química

Este aspecto implica visitas a laboratórios de investigação. Alguns alunos do ensino secundário puderam efectuar a análise de produtos sintetizados nas suas escolas e participar na síntese de um corante, a alizarina.

Alguns grupos de alunos visitaram o Laboratório de Química Orgânica Fina do Departamento de Química da Universidade de Coimbra (anexo de fotografias, fig. 9) e ou a Secção de Engenharia Têxtil da Universidade da Beira Interior, na Covilhã.

No que respeita à participação em processos de análise química e de controlo de qualidade, foi possível os alunos assistirem a processos de determinação de concentrações desconhecidas de soluções contendo um corante. Foram abordados aspectos referentes a controlo de qualidade ambiental simulando a detecção de contaminações de excesso de corantes em efluentes industriais por comparação com curvas padrão. Os alunos tiveram também oportunidade de proceder à análise e caracterização das substâncias presentes em corantes naturais e ou de síntese química por espectroscopia de visível e compreender o funcionamento deste aparelho de análise.

VIII – Aspectos históricos do desenvolvimento das indústrias têxteis

Uma visita ao Museu dos Lanifícios da Universidade da Beira Interior, na Covilhã, constitui, para os alunos, uma oportunidade de adquirirem uma perspectiva histórica do conhecimento científico e tecnológico.

Trata-se de um Museu de sítio ou arqueologia industrial, sedado no antigo edifício que foi a Real Fábrica dos Panos criada pelo Marquês de Pombal e que é actualmente parte da Universidade da Beira Interior. A visita é orientada por técnico do Museu e com protocolo previamente preparado.

5. Os recursos didáticos

5.1. Textos de apoio

Texto 1



O BORDADO DE CASTELO BRANCO

O bordado de Castelo Branco, de que as colchas constituem as mais preciosas peças, terá tido o seu início, em Portugal, pelos finais do século XVII com influência dos bordados orientais. Reconhece-se pela sua temática decorativa numa enorme diversidade de composições e pela técnica empregue. Muito tempo esquecido, sobreviveu latente, tendo sido depois retomado já no século XX. O linho é a fibra natural de suporte ao bordado feito principalmente de seda natural tingida de diversas cores e tonalidades. O próprio linho surge algumas vezes tingido. Principalmente, sobreviveu com produção caseira de linho, seda e preparação de corantes de origem animal e vegetal para tingimento. Usaram-se a camomila, a casca de cebola, a casca de noz verde, a cochonilha, a garança ou erva ruiva e outras fontes de corantes naturais. Os processos ancestrais de preparação ligam-se ao processo de arrasto de vapor ou outras técnicas simples. Contudo, a este trabalho, principalmente artesanal esteve, já no século XVII, associada a então emergente indústria da Covilhã no tingimento da seda. Vivem ainda, em Castelo Branco, algumas das antigas “mestras” que ajudaram a reviver essa arte tradicional de colorido impar. Desde há alguns anos existe uma Oficina-escola no Museu Tavares Proença Júnior de Castelo Branco, onde trabalham várias bordadeiras. Recorre-se, nestes tempos, a produção industrial de corantes (síntese) e a processos tecnológicos industriais de tingimento. Contudo, principalmente a memória, guarda alguns desses aspectos artesanais. A importância crescente da indústria sobrepõe-se. Há assim necessidade de compreender os aspectos que se cruzaram, e cruzam, nos fios dos tempos e dos bordados e nas vidas de quem bordou e de quem borda.

Estrutura e Motivos do Bordado de Castelo Branco

Ao longo dos tempos produziram-se muitas peças que integraram diferentes temáticas e motivos, conforme o fim a que se destinavam. A influência oriental está presente. Foram sendo copiadas na totalidade ou em parte, outras vezes inventadas por quem as bordaria. Serviam na cama dos noivos e eram usadas em dias de festa alegrando as janelas e varandas em dia de procissão, desgastando progressivamente o linho, a seda e a cor. Sobreviveram nas arcaas, guardadas por muito tempo.

Tal como as colchas orientais organizavam-se a partir de um medalhão no centro, geralmente temático, circundado por um campo mais vasto e profusamente decorado. Outras peças tinham outro formato conforme a utilidade.

São as chamadas colchas eruditas ou elaboradas as que apresentam maior semelhança com as colchas indo-portuguesas, particularmente pela estrutura. Apresentam uma barra, o medalhão central e por vezes outros medalhões, principalmente nos cantos. Podem Ter o ponto de cadeia em comum. No século XVI, é particularmente interessante a colcha dos cinco sentidos, onde símbolos associados à figura humana, representam o olfacto, o tacto, a visão, o gosto e o ouvido. A figura humana surge principalmente em peças mais simples e não nas elaboradas. Surgem figuras isoladas ou em par. O sentido da visão e do paladar não surgem nas colchas de Castelo Branco. Muitas figuras seguram flores, associadas ao sentido do olfacto. Aliás predominam os ramos, os frutos, as flores, as árvores. Algumas vezes as figuras tocam instrumentos musicais, as flautas ou as guitarras. Os pares tocam o mesmo tronco da árvore da vida ou tocam-se mesmo, um ao outro.

Os motivos são essencialmente vegetalistas, predominando a cor exuberante dos ramos, das flores, dos frutos, em particular quando se trata da árvore da vida onde a policromia se torna um elemento indispensável. A árvore da vida apoia igualmente pássaros em abundância ou, simplesmente, uma grande ave bicéfala. As albarradas, vasos com ramos florais, são outro motivo não raro nos bordados de Castelo Branco. Também nestas a policromia é, geralmente, rica.

Existem exemplares monocromáticos, em amarelo ouro ou em azul. Algumas vezes é o linho que é tingido e bordado com seda branca.

Os elementos vegetais mais utilizados são o cravo espalmado, a romã, a bolota, diversas folhas e ramos, raízes na árvore da vida. Quanto aos elementos animais são as aves, pavões ou águias, que ocupam lugar de destaque.

Quanto aos pontos usados no bordado eles são muito variados. Do ponto de cadeia, a pontos que fazem lembrar crivos, são muito diversificados. O ponto de Castelo Branco, também chamado bordado a frouxo, é um ponto pobre, em que o campo apenas fica preenchido do lado direito do bordado, voltando a agulha a surgir muito próximo do ponto onde entrara no tecido. Para dar segurança, é depois traçado com laçadas fixadas por pequenos pontos transversais.

Texto 2



OS CORANTES DO BORDADO DE CASTELO BRANCO

O Bordado de Castelo Branco usa uma proliferação de cores e tonalidades obtidas, nos tempos iniciais, a partir de plantas e animais tintureiros por processos artesanais.

Hoje em dia as sedas são coradas por processos industriais com corantes sintéticos, repondo antigas cores e tonalidades das colchas de casamento dos séculos XVII e XVIII.

Aliás, o que caracteriza as colchas são, para além do simbolismo dos motivos e das composições, e dos pontos de bordado empregues, as cores das sedas que bordavam o linho.

Corantes e tingimento – Do natural ao sintético

As cores existentes nos pigmentos naturais atraíram desde os tempos primitivos a atenção do homem provocando nele diversificadas reacções emocionais, transmitidas por este nas suas pinturas, e nos seus materiais. O homem começou desde tempos ancestrais a ferver as maravilhosas plantas silvestres para daí extrair substâncias coradas que serviam para alterar a cor doutros materiais. Também pigmentos minerais foram utilizados há milhões de anos para que o homem pudesse expressar os seus sentimentos sob as mais variadas formas artísticas.

Sabemos hoje que até metade do século XIX as substâncias utilizadas como corantes de fibras e tintas nas pinturas eram todas de origem natural, podendo ser extraídas de matéria animal ou vegetal. Com o desenvolvimento da indústria têxtil na segunda metade do século XIX, começou a colocar-se ao químico o desafio de imitar a natureza, sintetizando em laboratório produtos até então apenas fornecidos por métodos naturais. Os defensores do vitalismo foram perdendo progressivamente a sua força e abriu-se caminho a uma nova era, onde o principal objecto de desenvolvimento científico passava pela tentativa de síntese de produtos naturais.

Contudo a ligação dos corantes extraídos de plantas naturais aos têxteis naturais, seda lã e linho constituía um problema porque estes corantes não aderiam à superfície dos têxteis. Contudo, muito

antes do desenvolvimento dos conhecimentos estruturais da química moderna, já o homem começou a misturar têxteis com corantes extraídos de plantas e de animais na presença de pigmentos minerais contendo sais de metais, obtendo assim novas cores e mais fixas - primeiros mordentes. O termo mordente deriva do francês "mordre" porque se acreditava que estas substâncias abriam poros nas fibras para que os corantes pudessem entrar para essas cavidades. Estas técnicas já eram utilizadas na Índia por volta do ano 2000 AC e permaneceram até ao século XIX, podendo mesmo considerar-se que a extracção de produtos naturais deram origem às primeiras indústrias a serem desenvolvidas pelo homem. Os pigmentos naturais podem ser um bom instrumento para investigação tanto na História da Arte, como na antropologia, permitindo conhecer sentimentos, modos de pensar e modelos sociais ao longo dos tempos.

No século XVII Newton criou a primeira teoria científica sobre a luz branca e as partes que a constituem. Newton observou que os raios que emergiam de um prisma de vidro, colocado no caminho de um raio de luz que brilhava através de um pequeno orifício das fachadas de uma janela, se separavam numa gama de cores vivas: vermelho, laranja, amarelo, verde, indigo e violeta. Newton concluiu ainda que não há luz sem cor nem cor sem luz. O desenvolvimento da teoria de Newton de combinação das cores do vermelho ao violeta contribuiu muito para que as pinturas e os materiais utilizados no vestuário ficassem muito mais ricos em diferentes tonalidades, tendo culminado na multiplicidade de luz e cor do movimento de Pintura Impressionista do século XIX. Podemos dizer que as necessidades de cor dos Impressionistas eram tais que os corantes extraídos directamente da natureza não satisfiziam os sentidos da época e surge a grande Revolução Industrial de síntese de têxteis e paralelamente de síntese de corantes. As teorias vitalistas, proibitivas da síntese de produtos naturais, tinham desaparecido das mentalidades e a síntese química de então destinava-se essencialmente ao desenvolvimento de processos capazes de imitar a natureza e sintetizar artificialmente esses e outros novos compostos. Das centenas de corantes extraídos directamente de produtos naturais, actualmente não se utilizam mais de uma dezena. O único corante natural que ainda hoje é produzido por extracção e utilizado em larga escala, mais de 750.000 toneladas por ano, é a hematoxilina-1- que ainda é extraída, nos Estados Unidos, a partir da casca da árvore haematoxylin muito cultivada na América Central. É ainda hoje muito utilizada para extrair o pigmento preto que tingem seda e lã.

Os avanços do conhecimento científico e das tecnologias permitiram esclarecer melhor a teoria da luz e da cor e da importante relação entre a estrutura molecular e a cor das substâncias. Existem muitos estudos associados a investigações nas áreas das artes, e da história dos povos para tentarem identificar os pigmentos utilizados pelo homem nas várias épocas marcantes da história da humanidade. Tais estudos só são possíveis devido ao desenvolvimento do conhecimento da estrutura atómica e das várias técnicas de espectroscopia que hoje dispomos, nomeadamente, Ir, Raman, Ressonância magnética Nuclear, cromatografia gasosa e cromatografia gasosa associada à espectrometria de massa.

A análise das cores de trajes ou bordados de determinada época ou região podem ser hoje elementos muito importantes para compreendermos o modo de sentir e viver dos nossos antepassados.

Neste projecto pretendemos extrair pigmentos naturais utilizados noutros tempos para tingir as sedas utilizadas nos bordados de Castelo Branco, assim como efectuar sínteses laboratoriais simples de alguns dos corantes artificiais, actualmente existentes nos mercados.



LUZ e COR

Não há nada que nos seja tão familiar como a luz, uma vez que é por ela que existe a Terra tal como a conhecemos e, em particular, que a podemos ver, na sua multiplicidade de cores e brilhos. É a luz que nos fornece a maior parte da informação que temos sobre o Universo.

Um pouco de História

As primeiras ideias sobre a natureza da luz confundiam LUZ e VISÃO. Alguns filósofos Gregos acreditavam que a luz se deslocava em linha recta, a grande velocidade e que continha partículas que estimulavam a visão quando encontravam o globo ocular.

Após o declínio da civilização grega antiga pouca atenção foi dada à natureza da luz mantendo-se este modelo material. Por volta de 1500, Leonardo da Vinci notou algumas semelhanças entre os ecos sonoros e a reflexão da luz, tendo especulado sobre a possibilidade de a luz poder ter carácter ondulatório.

No Século XVIII, surgiram algumas divergências quanto à consideração da natureza da luz. Por um lado, Newton defendia um modelo corpuscular já afastado, naturalmente, das ideias dos pensadores gregos, em que a luz se comportaria como um feixe de partículas. Huygens, por seu lado, apoiava um modelo ondulatório, que no final do século XIX parecia reunir provas irrefutáveis a seu favor.

Sem dúvida que este modelo ondulatório explicava bem todas as propriedades da luz, conhecidas até ao início do século XX.

Os fenómenos relacionados com a luz podem, de facto, ser interpretados com base nestes modelos. A luz reflecte-se, refracta-se, interfere, difracta-se. Outros fenómenos associados são a dispersão, a polarização e a difusão. Estes últimos, admitidos por um modelo ondulatório.

A propagação da luz

Muitas situações conduzem a considerar que a luz se propaga de forma rectilínea e, deste modo, não podemos ver o que está por detrás dos objectos opacos. As sombras têm os contornos dos objectos. Usam-se linhas rectas para representar a direcção segundo a qual a luz se desloca. A representação visual de um raio de luz infinitamente estreito é útil, embora tais raios não se possam, realmente, isolar. Aliás, à medida que diminuimos o orifício por onde fazemos passar luz, surgem efeitos de difracção. Um feixe luminoso produzido por um laser aproxima-se o mais possível do caso ideal de um feixe fino de raios paralelos.

A luz é produzida pelas vibrações dos electrões dos átomos que constituem as fontes luminosas como, por exemplo, as lâmpadas incandescentes e fluorescentes ou o Sol e as estrelas, em que cada átomo em vibração dá origem a uma onda individual. É a soma destas ondas provenientes dos diferentes átomos em vibração que constitui o feixe luminoso total. Por esse motivo a luz proveniente dessas fontes espalha-se em todas as direcções, embora se possa obter um feixe (só) aproximadamente paralelo com auxílio de pequenos orifícios ou com espelhos ou lentes. Os LASER são constituídos de modo a que os átomos vibrem e produzam luz sincronizados, em vez de individualmente e ao acaso. Desse modo o feixe total tem uma intensidade considerável e mais próxima da luz monocromática, maior do que aqueles que se obtêm com fontes convencionais. A luz proveniente dos LASER dispersa-se pouco.

Quando a luz, ao propagar-se num meio transparente, encontra uma fronteira com outro meio pode reflectir-se, refractar-se e/ou ser absorvida, em pequena ou grande parte.

Para apreciarmos as cores dos objectos do mundo é necessário que a luz encontre, de forma fisiologicamente adequada, os olhos.

A COR

A cor é um componente importante do mundo em que vivemos, em particular uma componente estética.

Naturalmente que, conhecer e compreender alguns aspectos sobre a cor, em particular sobre substâncias (corantes) que permitem colorir o mundo, aumenta a nossa sensibilidade perante tais aspectos e permite compreender melhor esse mundo que não é só acessível aos investigadores ou aos técnicos.

Desde tempos remotos na história do homem que a COR é apreciada. Contudo, nenhuma teoria sobre a cor foi desenvolvida antes de Newton, limitando-se a basear as ideias em experiências de mistura e utilização de pigmentos. Aliás, a mistura de pigmentos não se aplica à sobreposição de feixes luminosos.

Durante muito tempo pensou-se que a luz do sol era "pura", ou seja, a cor resultaria dos objectos. Por volta de 1672 Newton publica a sua teoria da cor, na sequência da obtenção das cores vivas e intensas que obteve com um prisma. O feixe cilíndrico da luz solar "branca" proveniente de um orifício circular nas cortinas da janela, passou através do prisma e produziu na parede oposta uma mancha alongada de luz colorida, violeta num dos extremos, vermelha no outro e apresentando uma gradação contínua de cores entre os extremos. Newton chamou-lhe spectrum e convenceu-se de que a luz "branca" é composta de feixes luminosos de diferentes cores. Não é o prisma que cria ou adiciona as cores, elas estavam misturadas, mas de tal forma que era impossível ao olho humano distingui-las. Quando a luz passa através de um prisma, cada uma das suas componentes com uma dada cor é refractada segundo um ângulo diferente e o resultado é um feixe disperso em forma de espectro. Como escreveu o próprio Newton:

"As cores não são Qualificativos da Luz provenientes da refacção ou reflexão dos corpos naturais (como geralmente se crê) mas sim propriedades originais e inatas que são diferentes para os diferentes raios. Alguns raios estão preparados para exibir cor vermelha e não outra; outros, uma cor amarela e não outra; alguns a verde e não outra, assim sucedendo para todos os outros. Também não existem só raios próprios e específicos para as cores mais eminentes, mas também para todas as gradações intermédias." ¹²

CORES (aparentes) DOS OBJECTOS

Newton discutiu igualmente as cores que os objectos apresentam, questionando, aliás, porque é que parecem ter cores diferentes? Porque é que o céu é azul, a relva é verde, um pigmento de pintura é amarelo ou vermelho? "Que as cores de todos os corpos naturais têm apenas como origem isto... Reflectem uma espécie de luz em maior quantidade do que outra..."¹³. Ou seja, um pigmento vermelho parece-nos vermelho porque quando a luz branca proveniente do Sol incide sobre ele, o pigmento

¹² Projecto Física, Luz e Electromagnetismo. Unidade 4 (1985). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, p.18.

¹³ Ibidem.

absorve a maior parte dos raios de outras cores do espectro e reflecte para os nossos olhos sobretudo o vermelho.

A cor não seria, por si, uma propriedade de um objecto mas depende do modo como ele reflecte ou absorve os raios de diferentes cores que o atingem. Afinal, um objecto pode parecer ter uma cor diferente quando iluminado com outro tipo de luz. Por exemplo, um pigmento que reflecte mais luz vermelha do que azul ou verde, quando iluminado com luz branca reflectirá sobretudo a componente vermelha da luz branca e, portanto, parecerá vermelho. Se o mesmo pigmento for iluminado com luz azul, não há vermelho para reflectir e o objecto poderá apenas reflectir uma pequena parte da luz azul. O pigmento parecerá, por isso, escuro e ligeiramente azulado.

Do ponto de vista fisiológico, a cor das substâncias resulta de uma interpretação de sinais, no cérebro, recebidos através do nervo óptico, como resposta a estímulos de luz, numa gama de radiações electromagnéticas que variam de 380 nm a 700 nm. Em 1801 Young sugeriu que a retina contém receptores de cor de três tipos, sensíveis ao vermelho, amarelo e azul. Algum tempo depois emendou a sua ideia dizendo que o cérebro consegue distinguir o vermelho, verde e azul. Esta teoria foi posteriormente seguida por Helmholtz em 1852. Actualmente defende-se que a retina humana contém receptores que conseguem distinguir, pelo menos, sete cores. A resposta à luz por parte das células receptoras deve-se a alterações conformacionais do pigmento cis-retinal (pigmento existente nas cenouras) e sua reacção posterior com a proteína opsina.

Processo cumulativo de misturar cor

São necessárias três luzes para criar luz "branca" - azul-violeta, verde e vermelho alaranjado - e misturando duas delas obtém-se uma outra cor. É este o chamado processo cumulativo de misturar luz (cor).

Processo subtractivo de misturar cor

São distintas as cores componentes da luz e os pigmentos coloridos da tinta. Contudo, também a partir de três pigmentos "primários" de vermelho, amarelo e azul se podem obter as restantes cores. Quanto mais pigmentos se misturar, mais luz é absorvida e mais escura se torna a tinta. É, assim, o inverso do processo cumulativo da luz.

Dependente embora da estrutura do material, a cor apenas existe com a luz. Mas o resultado é variado e a beleza procura-se em cada tonalidade conseguida.

Os artistas e os artesãos procuram através da cor um impacte estético sobre os sentidos e as emoções.

Compreender a importância da cor para a vida e para a expressão dos sentimentos humanos impõe conhecer como ela tem sido usada nas manifestações artísticas e como tem sido conseguida, primeiro numa busca natural de pigmentos corados e depois na preparação sintética desses e doutros pigmentos.

Muitos dos corantes tradicionais desapareceram no final do século XIX e não foram substituídos por outros. Alguns deles, como o rosa-garança (da garança ou erva ruiva), o amarelo-guta e o carmim, possuem agora bons substitutos sintéticos.

5.2. Protocolos experimentais



PROTOCOLO I

Tingimento de seda e lã com alizarina na presença de mordentes

Alizarina

O corante chamado alizarina provém da planta conhecida como granza ou garança dos tintureiros ou ainda erva ruiva [*Rubia tinctorium (rubiaceae)*].

A planta é herbácea e perene, com longas e complexas raízes carnudas amarelas, raízes fibrosas vermelhas e caules rijos, quadrados e espinhosos, trepando até 90 cm, com sedosas folhas verde claras enroladas, compridas e pontiagudas. Produz cachos de pequenas flores amarelo-esverdeadas no verão, seguidas de bagas preto-azuladas. Cresce livremente em sebes e moitas em terrenos calcários, muitas vezes provenientes de culturas extensivas.

A ruiva era cultivada em grandes extensões no distrito de Castelo Branco tendo sido um dos principais corantes utilizados no tingimento da lã das indústrias têxteis da Covilhã (existe edital régio do século XIX a dar regalias de impostos a quem cultivasse ruiva) e também, por certo, no tingimento das sedas utilizadas nos bordados de Castelo Branco.

O corante era extraído com água após trituração das raízes, seguido de fermentação.

Encontram-se referências a este corante natural na literatura egípcia, árabe, indiana, germânica e românica. Nos túmulos da pré-dinastia egípcia foram encontrados restos de peças de vestuário tingidas com este corante.

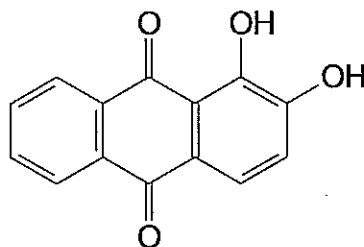
Conhecem-se actualmente mais de 35 espécies de garança, família das *Rubiaceae* distribuídas pela Europa e Ásia.

Deve utilizar-se água dura e óxido de cálcio no banho de tingimento. Para tingir seda utiliza-se preferencialmente sulfato de alumínio, como mordente. O tingimento tem excelentes capacidades fixantes.

Estrutura Química

Edward Schunk fazendo micro-análise da alizarina propôs a fórmula molecular como $C_{14}H_{10}O_4$, que se revelou bem próxima da actual fórmula molecular: $C_{14}H_8O_4$. Foram efectuadas várias propostas, baseadas em reactividade química, mas partindo sempre de pressupostos errados, nomeadamente de que a estrutura base deveria ser derivada do naftaleno. Deve salientar-se que somente em 1856 Auguste Kekulé propôs que os seis átomos de carbono na molécula do benzeno estão ligados alternadamente por ligações simples e duplas. Depois de muita controvérsia sobre a estrutura e métodos de síntese da

alizarina, disputados pelos grupos de Graebe e Libermann por um lado e William Perkin por outro, foi em 1869 que as primeiras foram eficientes e que foi proposta a estrutura que hoje conhecemos:



Alizarina

Protocolo Experimental

Material:

Balança, 4 Tinas de vidro, Proveta, Pipeta, Vareta, 4 Copos de 250 ml, Vidro de relógio

Reagentes:

Lã, Seda, Sulfato de ferro (II), Cloreto de estanho (II), Sulfato de cobre (II), Dicromato de potássio, Sulfato de alumínio

Procedimento:

- 1- Pesar aproximadamente 1g de seda ou lã natural e partir as fibras em pedaços. Colocá-las numa tina e adicionar lentamente uma solução de água com 1% de amônia e uma gota de detergente líquido, até que a fibra não absorva mais líquido.
- 2- Preparar aproximadamente soluções de 5 ml de água com cloreto de estanho (II) (SnCl_2), (0.4g) sulfato de ferro (II) FeSO_4 , (0.2g), sulfato de cobre(II) (0.2g), dicromato de potássio (0.1g), Sulfato de alumínio (0,2 g)
- 3- Retirar a fibra da água, espremê-la ligeiramente e colocá-la na solução do mordente. Aquecer até à temperatura de 80°C durante uma hora. Arrefecer até à temperatura ambiente e deixar as fibras na solução durante 12 horas.
Remover o líquido das fibras e passar à fase seguinte do processo de tingimento.
- 4- Adicionar 0.1g de alizarina a 5 ml de água e aquecer a uma temperatura de 30°C até que todo o corante esteja dissolvido. Adicionar a fibra com o mordente e aquecer lentamente até uma temperatura de 80 °C. Deixar o banho de água arrefecer até 60°C e remover a fibra da solução corante para um banho de água à mesma temperatura.
- 5- Pendurar a fibra a secar ao ar.

Questões

Registrar a cor obtida em cada experiência.

Como se pode interpretar a diferença de cores?

Relacionar com alguma das cores observadas nos bordados.

PROTOCOLO II

Extracção de corantes naturais utilizados no tingimento das sedas dos bordados de Castelo Branco

O Lírio Roxo

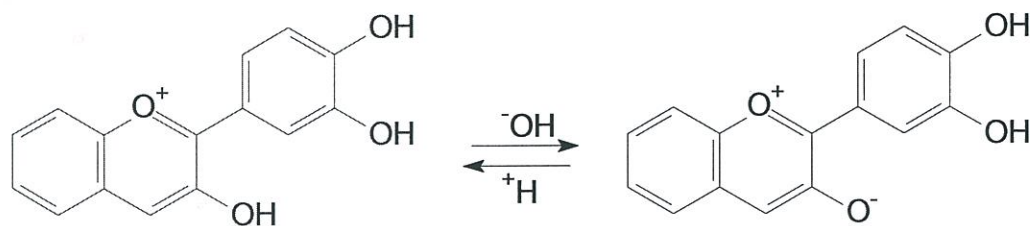
Nome vulgar da planta do género *Iris biflora* L. e família das *Iridaceae*, rizomatosa, uni- a biflora, com caule geralmente simples, folhas ensiformes, flores violáceas, de tubo do perigónio comprido, envolvidas por brácteas oblongo-ovadas, tépalas externas com a face ventral da unha densamente barbuda na linha média e as internas erectas. É espontânea em Portugal continental, nos lugares secos e incultos. Também se usa como planta ornamental.

Origina um corante ácido que se extrai com facilidade das flores roxas e que muda de cor conforme a variação de acidez ou alcalinidade do meio.

Relato da utilização do lírio roxo no tingimento da seda crua

As flores do lírio roxo eram maceradas e deixavam-se a repousar de um dia para o outro. Juntava-se depois água e iniciava-se o processo de tingimento, começando pelo tom mais escuro, e deixando as meadas da seda, bem esticadas e bem abertas, imersas na infusão tépida e cozendo no dia seguinte em panela de esmalte branca. Deitavam-se umas gotas de vinagre para fixar melhor o corante à seda. As meadas secavam à sombra mas em local arejado para secar rapidamente e não manchar (antiga Mestreira de bordado).

A maior parte dos vermelhos e azuis naturais são derivados das flavonas que são substâncias que variam de cor consoante o pH. A cor azul dos lírios dos tintureiros deve-se a um pigmento com a estrutura apresentada no esquema 1.



Esquema1: Equilíbrio ácido-base existente nas flavonas e responsável pelas variadíssimas cores das flores.

Protocolo Experimental

Material:

Balão de fundo redondo com esmerilado, Condensador, Almofariz, Balança, Balão de diluição, Copos, Almofariz

Reagentes:

Etanol, Ácido clorídrico, Hidróxido de sódio

Procedimento:

- 1 - Colocar aproximadamente 5g de folhas de lírio num almofariz e macerá-las.
- 2 - Colocar as folhas esmagadas num balão de fundo redondo de 250 ml equipado com um condensador.
- 3 - Adicionar 100 cm³ de etanol (álcool etílico)
- 4 - Aquecer até entrar em ebulição (70 °C) até que todo o corante tenha sido extraído e as folhas fiquem completamente brancas.
- 5- Deixar arrefecer e evaporar o álcool até obter um resíduo azul que contém o corante. Pesar e registar a quantidade de corante extraída. Dividir em duas partes.
- 6 - Dissolver metade da quantidade do corante em 10 ml de água e aquecer até 30°C.
- 7 - Introduzir as fibras, seda e lã na mistura e deixar ficar durante 2 horas. Aquecer até à ebulição durante 1 hora. Deixar arrefecer, retirar passar por uma tina com água fria.
- 8 - Colocar a secar.
- 9 - Adicionar umas gotas de ácido clorídrico a 10% à solução do corante. Observar e registar a cor.
- 10 - Adicionar umas gotas de uma solução de hidróxido de sódio a 10%. Observar e registar a cor obtida.

Questões

Registar a cor obtida em cada experiência. Foram as cores previstas?

Como se pode interpretar a diferença de cores?

Relacionar com alguma das cores observadas nos bordados

PROTOCOLO III

Extracção da jugolona - pigmento da casca verde da noz e tingimento de seda e lã

A jugolona é um pigmento natural do tipo das quinonas que se pode extrair da casca verde da noz ou da avelã e que foi utilizada para tingir sedas e conferir os tons de amarelo, verde e laranja.



Protocolo Experimental

Material:

Balão de fundo redondo com esmerilado, Condensador, Tesoura

Reagentes:

Acetato de etilo

Procedimento

- 1 - Colocar aproximadamente 2g de casca de noz num copo e cortá-las em pedaços muito finos.
- 2 - Colocar os pedaços de casca de noz num balão de fundo redondo de 250 ml equipada com um condensador.
- 3- Adicionar 100 cm³ de éter etílico
- 4- Aquecer até entrar em ebulição (50 °C) e manter durante uma hora.
- 5- Deixar arrefecer e evaporar o álcool até obter um resíduo castanho que contém o corante, jugolona. Pesas e registar a quantidade de corante extraída.
- 6- Dissolver o corante em 10 ml de água e aquecer até 30°C.
- 7- Introduzir as fibras, seda e lã na mistura e deixar ficar durante 2 horas. Aquecer até à ebulição durante 1 hora. Deixar arrefecer, retirar as fibras e passar para uma tina com água fria.
- 8- Colocar a secar.

Questões

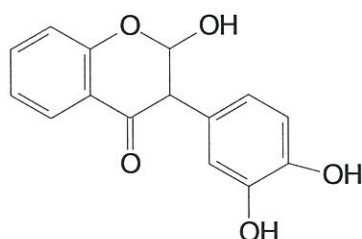
- Registar a cor obtida em cada experiência. Foram as previstas?
- Como se pode interpretar a diferença de cores?
- Relacionar com alguma das cores observadas nos bordados.

PROTOCOLO IV

Extracção do pigmento da casca da cebola e tingimento de seda e lã

O pigmento derivado da casca da cebola é um derivado das flavonas usualmente designado por quercertina cuja estrutura está esquematizada no esquema seguinte.

Quercertina



Protocolo Experimental

Material:

Copo de 250 ml, Tesoura

Procedimento:

- 1- Colocar aproximadamente 2g de casca de cebola num copo e cortá-las em pedaços muito finos
- 2- Colocar os pedaços de casca de cebola num copo de 250 ml e adicionar 50 ml de água.
- 4- Aquecer até entrar em ebulição (100 °C) e manter durante uma hora.
- 5- Deixar arrefecer até cerca de 30°C e introduzir as fibras, seda e lã na mistura e deixar ficar durante 12 horas. Aquecer até à ebulição durante 1 hora . Deixar arrefecer, retirar as fibras e passar para uma tina com água fria.
- 6- Colocar a secar.
- 7- Tentar obter corantes com tonalidades variadas combinando pequenas quantidades dos corantes obtidos.
- 8- Tingir as fibras utilizando mordentes com o procedimento descrito anteriormente.

Questões

Registar a cor obtida em cada experiência. Foram as previstas?

Como se pode interpretar a diferença de cores?

Relacionar com alguma das cores observadas nos bordados.



PROTOCOLO V

Extracção do pigmento do chá no tingimento de seda e lã

A planta do chá preto tem nome sistemático de *Camellia sinensis* e desde há muito se conhece como corante.

Protocolo Experimental

Material:

Copo de 250 ml, Tesoura

Procedimento:

- 1- Colocar aproximadamente 2g de folhas de chá preto num copo de 250 ml e adicionar 50 ml de água.
- 4- Aquecer até entrar em ebulição (100 °C) e manter durante uma hora.
- 5- Deixar arrefecer até cerca de 30°C e introduzir as fibras, seda e lã na mistura e deixar ficar durante 12 horas. Aquecer até à ebulição durante 1 hora . Deixar arrefecer, retirar as fibras e passar para uma tina com água fria.
- 6- Colocar a secar.
- 7- Tentar obter corantes com tonalidades variadas combinando pequenas quantidades dos corantes obtidos.
- 8- Tingir as fibras pelo procedimento já descrito.

Questões

Registrar a cor obtida em cada experiência. Foram as previstas?

Como se pode interpretar a diferença de cores?

Relacionar com alguma das cores observadas nos bordados.



PROTOCOLO VI

Extracção de apigenina - pigmentos extraídos das flores de camomila

A camomila (*Matricaria Chamomilla*) é uma planta nativa da Europa, que se encontra com facilidade nos nossos terrenos. De pequenas flores brancas e amarelas com as quais também se prepara uma infusão calmante e digestiva. Um outro nome porque é designada, em particular na região de Castelo Branco, é *macela*. A apigenina tem a fórmula química $C_{15}H_{10}O_5$ e pode ser extraída de várias plantas, entre elas a camomila. É usada como corante amarelo, também para o algodão.

Material:

Balão de fundo redondo com esmerilado, Condensador, Copo, Almofariz, Placa de aquecimento

Reagentes:

Acetato de etilo

Procedimento:

- 1- Colocar aproximadamente 25g de flores de camomila num almofariz e macerá-las
- 2- Colocar as folhas esmagadas num balão de fundo redondo de 250 ml equipado com um condensador.
- 3- Adicionar 10cm^3 de acetato de etilo e aquecer a uma temperatura de 70°C durante 30 minutos
- 4- Separar as flores utilizando técnicas de decantação ou de filtração.
- 7- Introduzir as fibras, seda e lã na solução e deixar ficar durante 2 horas. Aquecer até à temperatura de ebulição durante 1 hora. Deixar arrefecer, retirar as fibras e passá-las por uma tina com água fria.
- 8- Tingir fios e panos de algodão com o corante obtido.
- 9 - Colocar a secar.

Questões:

Qual a cor obtida?

Existe diferença de cor na seda, lã e algodão tingidos?

Comparar com as cores de bordados de Castelo Branco, antigos e actuais.



PROCOLO VII

Síntese Laboratorial de Corantes Síntese da alizarina

Introdução

A alizarina foi um dos primeiros corantes naturais a ser produzido sinteticamente em 1869 no laboratório alemão de von Bayers. A antraquinona era colocada com bromo para dar o produto dibromado seguido de fusão com hidróxido de sódio. Em simultâneo foi desenvolvido um outro trabalho por Caro de Badische e Perkin, em Inglaterra, tendo descoberto separadamente que a antraquinona pode ser sulfonada por aquecimento a 200°C com ácido sulfúrico concentrado. Por fusão com hidróxido de sódio seguido de oxidação com ar ou com perclorato de sódio pode sintetizar-se a alizarina. A partir de 1871 a alizarina passou a ser um dos corantes artificiais com maior produção industrial e foi disponibilizada comercialmente, tendo desaparecido a procura do produto natural. Estas modificações, aliás como muitas outras na revolução industrial, levaram a grandes alterações agrícolas porque muitos produtos de que até então era fortemente incentivada a sua produção, passaram a não ter nenhum consumo.

Protocolo Experimental

Procedimento:

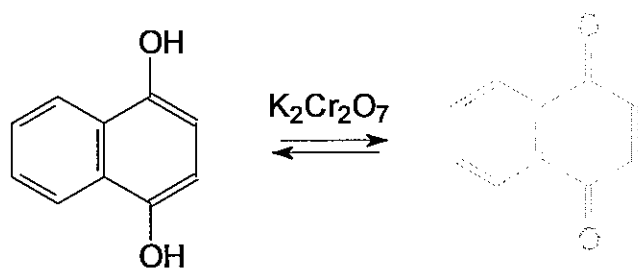
Dissolver 1g de clorato de potássio e 3g do sal de sódio da antraquinona-2-sulfonato e 10g de hidróxido de sódio em 30 ml de água. Aquecer num sistema fechado a 200°C durante 20 horas.

- 1- Deixar arrefecer e extrair o produto de cor violeta com três porções de 25 mL de água à temperatura de ebulição.
- 2- Acidificar com ácido clorídrico (controlar o pH com papel indicador)
- 3- Depois de arrefecer filtrar o precipitado laranja de alizarina. Lavar com água fria e secar na estufa a 100°C.
- 4- Pesar o sólido obtido e determinar o rendimento da reacção
- 5- Purificar o composto por sublimação.

PROTOCOLO VIII

Síntese Laboratorial de Corantes Síntese da juglona

A juglona é um pigmento natural existente na casca verde da noz e das avelãs tem o nome sistemático 5-hidroxi-1,4-naftoquinona. Pode obter-se laboratorialmente por simples oxidação de 1-5-di-hidroxinaftaleno.



Esquema: Síntese da Juglona por oxidação com dicromato de potássio

Protocolo Experimental

Material:

Erlenmeyer, Copos; Balão de fundo redondo; Provetas; Pipetas, Evaporador rotativo

Reagentes:

1-5-dihidroxi-naftaleno; Dicromato de potássio; Éter etílico; Ácido acético

Procedimento:

- 1 - Dissolver 1,5g de 1-5 di-hidroxi-naftaleno em 10 ml de ácido acético. Agitar durante 1 hora
- 2 - Preparar uma solução de $K_2Cr_2O_7$ (1g em 5ml de ácido acético)
- 3 - Adicionar lentamente a solução 2 à solução 1 de modo a que a temperatura não exceda os 35 a 40°C.
- 4 - Agitar durante 10 minutos
- 5 - Extrair a solução com éter etílico

- 6 - Lavar os extractos duas vezes com água
- 7 - Secar com sulfato de magnésio anidro
- 8 - Filtrar o agente secante
- 9 - Evaporar o solvente
- 10 - Pesar o sólido amarelo esverdeado característico da Juglona.



PROTOCOLO IX

Síntese Laboratorial de Corantes

Síntese de corantes envolvendo compostos diazo

Introdução

A nova geração de corantes para tingimento de fibras inclui os chamados diazo, resultantes de síntese química. Têm diferentes propriedades, em particular aderem melhor às fibras e são mais resistentes à lavagem.

Protocolo Experimental

Material:

Balão de fundo redondo; Erlenmeyer; Kitasatos; Funil; Papel de filtro; Tubos de ensaio

Reagentes:

Fenol, 1-naftol, 2-naftol, 4-nitro-anilina, Ácido clorídrico, Nitrito de sódio

Procedimento:

- 1 - Colocar 100 mg de 4-nitro-anilina num balão cónico
- 2 - Adicionar seguidamente 2 ml de ácido clorídrico concentrado
- 3 - Colocar o balão num banho de gelo e adicionar gota a gota um a solução de 100 mg de nitrito de sódio dissolvidos em 2 ml de água. (a mistura contém o cloreto de diazónio, precursor da síntese do corante)
- 4 - Colocar em três tubos de ensaio uma solução de hidróxido de sódio (10%) e adicionar a cada um deles 30 mg de fenol, 1-naftol e 2-naftol
- 5 - Adicionar gota a gota a solução do cloreto de diazónio a cada um dos tubos.
- 6 - Usar os corantes para tingir fios de seda e lã.
- 7 - Registrar as cores observadas e compará-las com as de outros corantes obtidos anteriormente.

5.3. Orientações para as visitas de estudo¹⁴

Visita ao Museu Francisco Tavares Proença Júnior Castelo Branco

Objectivos:

- Valorizar o bordado de Castelo Branco como património cultural associado a uma actividade artesanal
- Ligar contextos culturais, sociais e económicos a aspectos da ciência e da tecnologia
- Estabelecer uma ligação entre a escola e a comunidade, usando o saber científico para melhor compreender diferentes domínios
- Identificar o bordado de Castelo Branco pelos materiais utilizados e pela sua estrutura, motivos e cores
- Identificar algumas das cores observadas nos bordados de Castelo Branco com os corantes naturais a extrair e/ou a sintetizar experimentalmente

Actividades:

- Ler a informação fornecida pelo professor e pelo Museu
- Participar activamente na visita guiada e fazer perguntas sempre que pertinentes
- Efectuar a visita completa ao Museu e compreendê-la de forma integrada e global
- Fazer registos adequados e fotografar aspectos da Oficina-escola do bordado de Castelo Branco, se permitido.

Sugestões para o Relatório: Após a visita, organize o material e as informações recolhidas e faça uma apreciação crítica. Dar particular atenção a:

- Materiais (linho e seda), sua proveniência e seus percursos de tratamento (particularmente o tingimento)
- Evolução de técnicas de bordado, de tingimento das sedas (do artesanal ao industrial...)
- As cores dos bordados (policromias e monocromias...)
- A Oficina-escola e sua integração na comunidade (criação, transmissão de técnicas e de arte, relação com a cidade, futuro...)
- Todos os aspectos que considere pertinentes para obter respostas às suas dúvidas e curiosidades.

¹⁴ Apenas deixamos algumas indicações explícitas no que respeita às visitas ao Museu Tavares Proença Júnior e ao Museu dos Lanifícios da Covilhã, pois foram aquelas que alguns professores preparam connosco e que mais grupos de alunos efectuaram. Os protocolos definitivos utilizados em cada situação, foram preparados pelos respectivos professores. As restantes visitas, embora sugeridas na planificação do Projecto, foram planificadas e marcadas pelos professores que as concretizaram com os seus alunos. De qualquer modo, no ponto 5.4., a informação em que se alude a aspectos de avaliação, pode, ao mesmo tempo, ser orientadora para a planificação de visitas de estudo, de um modo geral.

Visita ao Museu dos Lanifícios da Universidade da Beira Interior, Covilhã

A perspectiva histórica da indústria de tingimento

Objectivo da visita:

Ligar contextos culturais, sociais, económicos e históricos a aspectos da Ciência e da Tecnologia

Actividades

Ler a informação fornecida

Efectuar a visita completa ao Museu

Participar activamente na visita guiada e fazer perguntas

Fazer registos fotográficos, se permitidos

Organizar o material recolhido

Elaborar Relatório da Visita – com apreciação crítica

Dar particular atenção a...

Tipo de museografia / o que é um Museu de Sítio

O que é Arqueologia Industrial

Como e porquê se instalou a Real Fábrica dos Panos na Covilhã

Qual foi o seu papel ao tempo

Aspectos particulares do tingimento de fios e tecidos

Cores e corantes

5.4. Propostas de avaliação

A uma diferente perspectiva de ensino corresponde, naturalmente, uma diferente forma de entender a avaliação do desempenho dos alunos. Na perspectiva adoptada, de Ensino por Pesquisa, ela é entendida como parte integrante do próprio processo de ensino e diversos aspectos confluem para a avaliação. Ao mesmo tempo, quando nos referimos a trabalho de Projecto, tal implica considerar o percurso e o produto.

O que acabámos de dizer significa que ao longo do desenvolvimento do Projecto que apresentámos a avaliação deve estar sempre presente e associada ao desenvolvimento das diferentes actividades e aos resultados obtidos: actividades de pesquisa, desempenho nas actividades experimentais, empenhamento nas tarefas, elaboração dos Relatórios propostos relativamente a visitas de estudo e a trabalho de laboratório, participação na discussão das questões... Contudo, o processo de avaliação não pode ser complexo, exactamente para poder ser parte integrante do processo de aprendizagem, enriquecendo-a.

No que diz respeito ao **Trabalho Experimental**, devemos considerar as fases pré-laboratorial, laboratorial e pós-laboratorial, integradas sequencialmente.

A primeira fase integra:

1. Preparação do trabalho, que implica uma consolidação teórica conceptual e que pode, no caso presente, ser feita predominantemente através da pesquisa e do confronto dos resultados dessa pesquisa com o dos colegas, sendo o professor mediador e o garante do rigor científico.

2. Interpretação dos protocolos, como garantia de que é claro para os alunos, em cada situação, o “que se vai fazer” e “para quê se vai fazer”.

3. Certificação das normas de segurança a cumprir durante a realização do trabalho experimental.

A segunda fase considera, em cada situação experimental:

4. Cumprimento do prescrito no protocolo

5. Manipulação do material de laboratório e dos reagentes

6. Cumprimento das normas de segurança

7. Registo dos dados com vista à elaboração de um Relatório

8. Atitude perante os colegas e perante o trabalho a desenvolver.

Quanto à **terceira fase**, implica a elaboração do Relatório e a sua posterior apresentação no sentido de se proporcionar uma discussão das respostas dadas às questões e à situação problemática inicialmente colocadas.

Os aspectos a considerar na elaboração de um Relatório são dependentes da natureza e dos objectivos da actividade proposta. A título ilustrativo, e adequando-se às diferentes tarefas laboratoriais que são propostas, apresentamos alguns pontos e sugestões que consideramos pertinentes que sejam tidos em conta e, conseqüentemente, considerados na avaliação:

1. Identificação do problema ou situação que confere contexto à actividade a desenvolver. Se tiver ocorrido alguma pesquisa teórica antecedendo a realização prática, os conceitos centrais devem ser clarificados.

2. Partindo do Protocolo fornecido pelo professor identificar/descrever a estratégia para resolver o problema; quando ocorrerem, fazer referência às previsões.

Referir aspectos de segurança, nomeadamente a análise feita aos rótulos dos reagentes usados. Procurar ampliar tal informação.

3. Os resultados obtidos podem ser apresentados de forma muito diversa, dependendo do tipo de actividade e de tarefas desenvolvidas. Pode ser um quadro, uma descrição ou enumeração...

4. A conclusão deve dar resposta às questões colocadas e ou traduzir a resposta ao problema e a sua inserção nos aspectos contextuais que originaram a realização da actividade.

Deve ainda ser evidenciada a discrepância ou concordância com as previsões feitas, os problemas enfrentados e como foram, ou não, resolvidos. Deve também ser feito um comentário crítico.

5. Deve ser preparada a apresentação do trabalho desenvolvido, de forma sintética, mas evidenciando quer as conclusões, quer aspectos referentes ao processo.

Para as **Visitas de Estudo** também devem, igualmente, ser tidas em consideração três fases integradas: antes da visita, durante a visita e após a visita. Nesta secção, cabe

mencionar não só as visitas efectuadas aos museus mas também a uma fábrica de têxteis e a laboratórios de investigação¹⁵.

É fundamental, para a eficácia de uma visita de estudo, a sua planificação cuidada¹⁶. Daí que a fase “antes da visita” seja fundamental para motivar os alunos e, principalmente, para clarificar os objectivos da visita de estudo. Cabe nesta primeira fase a pesquisa de alguma informação sobre o local, o seu espólio ou as actividades aí desenvolvidas, para que seja mais frutífera a recolha de informação no local, no âmbito da ligação ao trabalho em curso. Deve, ainda, ser dado especial ênfase à sua pertinência no âmbito do Projecto, devem ser preparadas algumas questões a que se queiram dar respostas e devem ser feitas algumas recomendações ao nível das atitudes e dadas, aos alunos, informações de carácter organizativo.

Enunciamos, agora, alguns aspectos que podem ser considerados no que diz respeito à **segunda fase**, ou seja, “ao durante”, e que podem ser alvo de avaliação:

1. Pontualidade na partida e respeito pelo grupo
2. Interesse manifestado durante a visita
3. Questões pertinentes colocadas e recolha de material possível (dependendo da natureza do local a visitar).

No que diz respeito à **terceira fase**, “após a visita”, deve ser elaborado um Relatório que, dependendo, embora, da natureza do local e dos objectivos da visita, pode conter, entre outros definidos pelo professor em função da turma, alguns aspectos como os que sugerimos e, naturalmente, devem ser considerados na avaliação:

1. Situar o local a visitar e o seu interesse para o desenvolvimento do Projecto
2. Apontar os objectivos no âmbito do Projecto em desenvolvimento
3. Apresentar registos, em fotografia, em texto ou na forma de outros documentos, que se venham a revelar úteis para o trabalho em curso
4. Fazer um comentário final, de síntese e crítico, sobre a visita e o seu valor para o desenvolvimento do Projecto.

¹⁵ No caso do Projecto, as visitas aos museus foram acompanhadas por um técnico, tal como no caso da visita à fábrica de têxteis. No caso das visitas aos laboratórios, foram acompanhadas por investigadores.

¹⁶ Se possível, o professor deve efectuar a visita previamente. Mas se o não fizer, não a inviabiliza, pois actualmente é possível e desejável, quer a pesquisa prévia de informação quer a comunicação com responsáveis dos locais, através da Internet.

É sempre imprescindível, após a visita, que o professor preveja um tempo para troca de informações entre alunos ou grupos e para uma análise da pertinência da visita para o desenvolvimento do Projecto.

Também os produtos obtidos com as pesquisas e com os trabalhos laboratoriais devem ser considerados para avaliação.

As escalas de avaliação a usar e o peso relativo dos diferentes componentes devem ser ajustados a cada situação, dependendo principalmente de factores como o hábito de trabalhar na perspectiva apontada e de considerar os aspectos apontados para avaliação.

6. Avaliação do Projecto

A avaliação feita pelos participantes, nomeadamente pelos professores colaboradores, foi extremamente positiva, considerando de muito interesse a sua participação no desenvolvimento do Projecto e realçando o interesse dos alunos nas actividades realizadas. De um modo geral, referiram-se a uma maior articulação que foi possível estabelecer entre os conceitos e os processos de trabalho experimental desenvolvidos e à importância da contextualização no interesse dos alunos. Manifestaram ainda, de um modo geral, a opinião de que os seus alunos estiveram muito motivados e envolvidos nas actividades notando-se uma melhoria na sua aprendizagem em diferentes domínios. Dos mesmos professores obtivemos também a opinião de que o Projecto é muito interessante, do ponto de vista educativo e formativo.

A alguns grupos de alunos foi pedida uma avaliação sobre o interesse das actividades propostas e em que participaram. Relativamente à realização de algumas das actividades foi pedido Relatório, como já anteriormente apontado.

Também os alunos do curso de formação de professores que desenvolveram o Projecto, como conteúdo e processo de formação, o avaliaram qualitativamente, referindo-se nos Relatórios elaborados ao seu valor e interesse no âmbito da sua formação.

Da aplicação a alguns grupos de alunos participantes, de um Questionário de perguntas de resposta fechada e com uma escala de 1 a 5, obtivemos resultados muito positivos.

Os itens avaliados foram os seguintes:

Contribuiu para a aprendizagem de conteúdos de ciência / Contribuiu para estabelecer relações interessantes entre diversas disciplinas / Criou maior motivação na escola / Ajudou a compreender aspectos que relacionam as aprendizagens da escola com a região / Deu mais significado aos assuntos que se aprendem na escola / Gostei de participar no Projecto.

Quanto à resposta à última questão, ela atingiu uma excelente pontuação, com mais de 85% dos alunos a responderem muito positivamente, ou seja, nos níveis 4 e 5.

Os restantes *items* alcançaram mais de 70% de respostas situadas nos níveis 4 e 5, revelando igualmente uma apreciação muito favorável do Projecto.

Alguns excertos de opiniões manifestadas por escrito, por alunos, futuros professores e professores colaboradores, evidenciam uma apreciação manifestamente positiva.

Opiniões de alunos que participaram no Projecto:

“Ficámos a perceber muito melhor ligando todos estes aspectos”,

“Os corantes sintéticos “imitam” as cores e tonalidades das colchas dos séculos XVII e XVIII. É interessante obtê-los e analisá-los”,

“No final da visita (ao Museu Francisco Tavares Proença Júnior) todos estávamos maravilhados com aquilo que tínhamos ouvido e observado”,

“Nenhum de nós imaginava todo o trabalho que estava por detrás deste resultado final, as horas de trabalho perdidas, mas ganhas no final com a beleza das preciosas colchas”.

Opinião de um grupo de estudantes – futuros professores, escrita num Relatório:

“Parece-nos que podemos concluir que este trabalho foi muito importante no âmbito do curso de Formação de Professores, pois que a função de um professor não é só ensinar Programas e matérias académicas, mas também formar jovens cidadãos, com raízes culturais e devidamente integrados na sociedade em que estão inseridos”.

Declaração de uma professora colaboradora:

“É importante para a sociedade actual que não se percam as tradições, que se transmitam os conhecimentos (...) pois é no passado que está a nossa história, a história de uma região, como é o caso de Castelo Branco... A oficina – escola inserida no Museu onde trabalham um conjunto significativo de bordadeiras é uma forma de manter a tradição e de não deixar esquecer os bordados”.

7. Nota Final

Um projecto é um percurso que, encarando situações problemáticas em contextos que têm significado para os alunos, visa a obtenção de produto(s) que promovem aprendizagens nos diversos intervenientes, sendo que os caminhos podem e devem ser muito diversificados. No projecto que apresentamos, os alunos envolveram-se activamente num percurso de pesquisa e de exploração e obtiveram, por processos de extracção ou de síntese, conforme as situações, os corantes usados nos bordados de Castelo Branco, desde as origens e até ao tempo actual.

O centro de interesse, enquanto contexto próximo dos alunos, revelou-se motivador. Aliás, em várias escolas ocorreram actividades relacionadas com o Projecto nos "Dia Aberto" ou "Laboratório Aberto", com cartazes, fotografias e realizações experimentais pelos alunos envolvidos.

Para além da melhoria na aprendizagem dos alunos, de acordo com os objectivos propostos, e de muitas aprendizagens por parte dos próprios professores envolvidos, consideram-se também muito positivas as relações estabelecida entre investigadores e professores das escolas, trabalhando em conjunto.

8. Bibliografia

Acevedo-Díaz, J.A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la Enseñanza de las Ciências: Educación científica para la Ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1): 3-16.

Acevedo, J.A.; Vásquez, A; Paixão, M.F.; Acevedo, P.; Oliva, J.M; Manassero, M.A. (2005). Mitos da Didáctica das Ciências acerca dos motivos para incluir a Natureza da ciência no ensino das ciências. *Revista Ciência & Educação*, 11(1): 1-16.

Caamaño, A. (2002). Como transformar los trabajos prácticos tradicionales en trabajos prácticos investigativos? *Aula de Innovación Educativa*, 113/114, 21-26.

Cachapuz, A.; Praia, J. e Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: IIE, Ministério da Educação.

Cachapuz, A.; Sá-Chaves, I.; Paixão, F. (2004). Saberes Básicos de todos os cidadãos no século XXI. Lisboa: Conselho Nacional de Educação.

Delamare, F.; Guineau, B. (2000). *Colors. The story of Dyes and Pigments*. New York: Harry Abrams.

Fox, M. A; Whitesell, J.K. (1997). *Organic Chemistry*. Boston: Jones and Bartlett Publishers

Martins, I. (2006). Educação em Ciência, Cultura e Desenvolvimento. In M.F. Paixão (Coord.). *Educação em Ciência, Cultura e Cidadania. Encontros em Castelo Branco*. Coimbra: Alma Azul. 9-30.

Paixão, F.; Pereira, M. e Cachapuz, A. (2006). Making the bridge: From the chemistry of traditional silk dyeing to a secondary school chemistry project. *Journal of Chemical Education*, 83(10): 1546-1549.

Paixão, F.; Pereira, M; Cachapuz, A. (2006a). Património Cultural e científico da cidade: Cores e corantes dos bordados de Castelo Branco. In M.F. Paixão (Coord.). *Educação em Ciência, Cultura e Cidadania. Encontros em Castelo Branco*. Coimbra: Alma Azul. 111-148.

Pinto, C.V. (1993). *Colchas de Castelo Branco*. Lisboa: Silvip e IPM.

9. Anexo – Fotografias



Figura 1 – Colcha de Castelo Branco antiga



Figura 2 – Alunos em visita ao Museu



Figura 3 – Relatórios da pesquisa sobre Luz e Cor

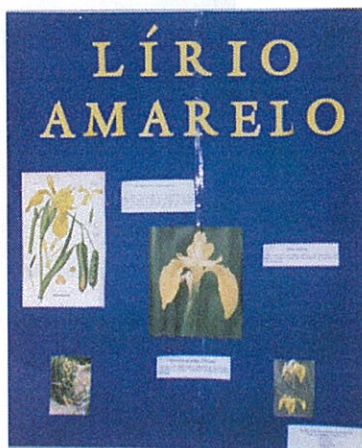


Figura 4 – Cartaz da pesquisa sobre plantas tintureiras



Figura 5 – Extracção do pigmento de casca de cebola



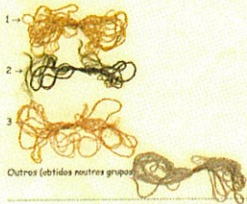
Figura 6 – Actividade de síntese

Apresentação de resultados:

Resultados dos corantes no algodão:

Procedimento	Resultados
Cebola + água + aquecimento	A = Corante castanho alaranjado (1)
A + $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (azul água)	Corante verde-troço (2)
A + CuSO_4 (cristais claros)	Corante castanho escuro
A + SnCl_2 (branco)	Corante laranja (3)
A + $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (laranja fluorescente)	Corante amarelo cônico

Resultados dos corantes sobre a seda:



TINTEMENTO DE SEDA E LÃ COM ALUMINA NA PREPARAÇÃO DE MOEDENTES

REAGENTES

Reagente	Características
Água destilada	Incolor, inodoro.
Alizarina*	Inerte. Exclusivamente para uso de laboratório. É uma matéria corante, extraída da raiz da grama ou ruínas das tintureiras.
Amônia	Composto de azoto e hidrogênio. Muito solúvel na água.
Cloreto de estanho (II)* (SnCl_2)	M: 189,59 g/mol Corrosivo.
Dicromato de potássio* ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)	M: 294,20 g/mol Tóxico. Inerte para os olhos, vias respiratórias e pele.
Lã	Fibra natural
Seda	Fibra natural
Sulfato de alumínio* (Al_2O_3)	M: 241,17 g/mol Atenção: substituição ainda não completamente estável
Sulfato de cobre (II)* (CuSO_4)	M: 159,62 g/mol Tóxico. Perigoso para o ambiente.
Sulfato de ferro (II)* (FeSO_4)	M: 151,92 g/mol Tóxico

* Ver anexo 1

TINTEMENTO DE SEDA E LÃ COM ALUMINA NA PREPARAÇÃO DE MOEDENTES

RESULTADOS

Conteúdo	Resultados			
	Com 30 minutos		Com 3 dias	
	Lã	Seda	Lã	Seda
Alizarina				
Cloreto de estanho (II)				
Dicromato de potássio				
Sulfato de alumínio				
Sulfato de cobre (II)				
Sulfato de ferro (II)				

Figura 7 – Páginas de Relatórios de actividades experimentais

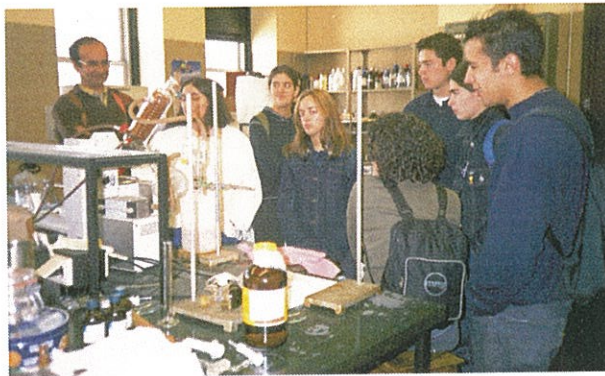


Figura 8 –Visita a um Laboratório de Investigação

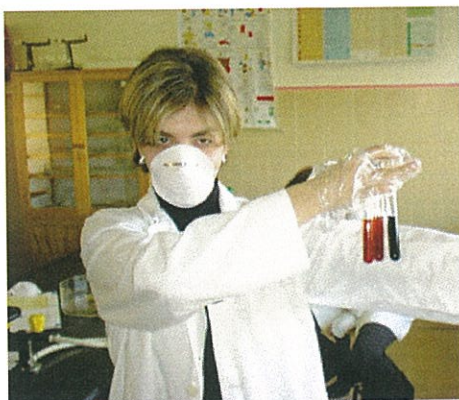


Figura 9 – Mostrando corantes obtidos



Figura 10 – Fios de seda e de lã tingidos