

Investigação Criminal nas Aulas de Física e Química

Público-alvo: Alunos do 8.º ano de escolaridade do 3.º Ciclo do Ensino Básico.

Área curricular disciplinar: Ciências Físico-Químicas.

Introdução

A ciência forense tem ganho um enorme destaque nos últimos anos com a proliferação de programas de televisão, documentários e filmes. Assim, a implementação de uma estratégia didática com recurso ao tema da química forense constitui uma oportunidade de despertar o interesse e a curiosidade dos alunos e fomentar uma aprendizagem mais significativa dos conteúdos científicos.

A atividade de investigação e de discussão compreende a pesquisa bibliográfica, o recurso às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), o trabalho laboratorial, o tratamento de resultados e a sua discussão. A implementação nas aulas de ciências deste tipo de atividade promove o desenvolvimento de capacidades inerentes ao trabalho científico, nomeadamente: a colocação de questões; a planificação e execução de experiências; a análise e interpretação de dados; o uso das TIC; o trabalho colaborativo; a formulação de explicações; a argumentação a partir da evidência; e a avaliação e comunicação da informação (Osborne, 2014; NRC, 2012).

A vivência de situações diferenciadas em sala de aula, a discussão de assuntos controversos, a condução de investigação pelos alunos, o envolvimento em projectos interdisciplinares (realizações que implicam a selecção de informação e comunicação de resultados) conduzem, de uma forma mais completa, à compreensão do que é a Ciência (Galvão et al., 2001, p. 8).

Tendo em conta o carácter interdisciplinar da Ciência Forense, esta atividade deve ser realizada em articulação com a disciplina de Ciências Naturais. Desta forma, como preconizado no documento das Orientações Curriculares do 3.º CEB – Ciências Físicas e Naturais (Galvão et al, 2001), evita-se a repetição de conteúdos e, sobretudo, enfatiza-se que determinadas situações “exigem explicações científicas provenientes de áreas do conhecimento diferentes” (p. 5).

A aprendizagem com recurso às TIC é fomentada através da pesquisa na *internet*, do envolvimento na construção de um sítio na *Internet* (como por exemplo, <http://cfqeses.wix.com/investigacaocriminal>), e na participação num grupo criado no *facebook* e em fóruns de discussão na plataforma *moodle*. O uso das TIC permite ultrapassar algumas limitações de espaço e tempo, estimular o interesse dos alunos pelas matérias em estudo e aprofundar conhecimentos sobre diferentes tecnologias. A articulação com a disciplina de TIC constitui, assim, uma importante mais-valia na concretização desta atividade.

A colaboração com outros docentes pode ser ainda estendida às disciplinas de Língua Portuguesa e de Inglês, no apoio à redação de textos e pesquisa bibliográfica.

A atividade proposta envolve duas temáticas que constam das Orientações Curriculares do 8.º ano de escolaridade do 3.º CEB – as reações químicas e a luz, e permite, ainda, rever alguns conteúdos abordados no 7.º ano de escolaridade – transformações físicas e químicas; propriedades físicas e químicas dos materiais; e a separação das substâncias de uma mistura. Teve-se, assim, em consideração, conforme defendido nas Metas Curriculares do 3.º Ciclo do Ensino Básico, que “os conteúdos deverão ser integrados, sempre que possível e adequado, numa perspetiva de ligação com a sociedade, que tão transformada tem sido pela ciência e pela tecnologia, e com o dia a dia dos alunos” (Fiolhais et al., 2013, p. 1).

Com a realização desta atividade pretende-se que os alunos atinjam as seguintes metas curriculares:

- Identificar material e equipamento de laboratório mais comum, regras gerais de segurança e interpretar sinalização de segurança em laboratórios.
- Identificar pictogramas de perigo usados nos rótulos das embalagens de reagentes de laboratório e de produtos comerciais.
- Selecionar material de laboratório adequado para preparar uma solução aquosa a partir de um soluto sólido.
- Identificar e ordenar as etapas necessárias à preparação, em laboratório, de uma solução aquosa, a partir de um soluto sólido.
- Associar transformações físicas a mudanças nas substâncias sem que outras sejam originadas.
- Associar transformações químicas à formação de novas substâncias, identificando provas dessa formação.
- Identificar, no laboratório ou no dia a dia, transformações químicas.
- Separar os componentes de uma mistura usando as técnicas laboratoriais básicas de separação.

- Determinar o caráter ácido, básico ou neutro de soluções aquosas com indicadores colorimétricos, e medir o respetivo pH com indicador universal e medidor de pH.
- Distinguir, no conjunto das várias zonas do espectro eletromagnético, a luz visível da luz não visível.
- Identificar luz de diferentes frequências no espectro eletromagnético, nomeando os tipos de radiação e ordenando-os por ordem crescente de frequências, e dar exemplos de aplicações no dia a dia.

Esta atividade apesar de ser dirigida aos alunos do 8.º ano de escolaridade poderá ser realizada no 10.º e 11.º anos, na disciplina de Física e Química A, e no 12.º ano, na disciplina de Química, desde que devidamente adaptada.

O tempo de implementação da atividade em sala de aula é variável, dependendo de constrangimentos de ordem diversa, nomeadamente das características da turma. Porém, estima-se que sejam necessários quatro períodos de 90 minutos para a concretização de todas as etapas. Por restrições de tempo a atividade poderá ser realizada num clube de ciência da escola e/ou em colaboração com os docentes das disciplinas de Ciências Naturais, Inglês e TIC.

Apresentam-se de seguida as orientações para o professor, organizadas de acordo com as diferentes etapas da atividade, onde se inclui o guião didático do trabalho laboratorial.

1. Reconstituição do Crime, Perfil dos Suspeitos e Pesquisa de Técnicas laboratoriais

A implementação da atividade pressupõe que a maioria dos conteúdos sejam abordados nas aulas previamente, desta forma os alunos serão capazes de relacionar os conteúdos e pesquisar as informações necessárias com maior brevidade e facilidade.

Na primeira aula o professor apresenta a atividade recorrendo a um sítio da *Internet* concebido por si próprio. Atualmente existem inúmeras ferramentas web 2.0 que oferecem um serviço gratuito de criação *online* de *websites*, que permitem criar em pouco tempo, sites com aparência profissional, como por exemplo o WIX (<http://pt.wix.com/>). Aqui o professor poderá partir de um modelo já existente e construir o seu introduzindo a descrição e calendarização das diferentes tarefas a realizar pelos alunos (ver modelo: <http://cfqeses.wix.com/investigacaocriminal>). Sugere-se que o professor construa o *sítio* em colaboração com os alunos, atualizando a informação ao longo da investigação com elementos fornecidos por estes.

Idealmente esta etapa da atividade deve ser realizada em articulação com o docente da disciplina de TIC, que deverá apoiar os alunos na realização de diversas tarefas: pesquisa de

informação na Internet; produção e edição de documentos; utilização de diferentes ferramentas de comunicação; recolha de imagens; e criação de vídeos e de sítios na Internet.

A turma deverá ser dividida por grupos de 3 a 4 elementos, sendo que a cada grupo será atribuído um papel diferente em cada etapa da atividade.

A primeira etapa tem uma duração estimada de 90 minutos, mas dependerá da necessidade de apoio aos alunos na concretização das tarefas. Para além disso, a articulação com a disciplina de TIC poderá permitir uma redução considerável do tempo letivo dispensado na disciplina de Ciências Físico-Químicas.

Esta etapa poderá ser articulada com o docente da disciplina de Língua Portuguesa no que concerne à redação de textos com coerência e correção linguística. Também o docente da disciplina de Inglês poderá dar um contributo importante apoiando os alunos durante a pesquisa bibliográfica, na medida em que alguma bibliografia e sítios da *Internet* sugeridos se encontram escritos em Inglês.

1.1. A Cena do Crime

Um grupo de alunos será responsável pela encenação do local do crime, o registo fotográfico e a gravação de um vídeo com a reconstituição do crime. Outro grupo terá a seu cargo a elaboração do perfil dos principais suspeitos, de acordo com o modelo disponibilizado pelo professor (ver figura 1). Posteriormente todos estes elementos deverão ser disponibilizados no sítio na *Internet* (consultar em: <http://cfqeses.wix.com/investigacaocriminal>) e no grupo do *facebook* (ver figura 2).

GABINETE DE INVESTIGAÇÃO CRIMINAL Departamento de Justiça			N.º (A, ..., F)
Altura:	Idade:	Data de nascimento:	Observações: <i>Neste espaço deverão fazer uma descrição sobre aspetos relevantes sobre a vida do suspeito e também alguns traços do seu caráter e dos seus hábitos.</i>
Peso:	Cabelo:	Ocupação:	
Nome:			
Cadastro: <i>Se o suspeito tiver cadastro deverão descrever aqui.</i>			
Motivo: <i>Aqui deverão incluir possíveis motivações do suspeito para perpetrar o crime.</i>			
Alibi: <i>Neste espaço deverão indicar onde se encontrava o suspeito à hora do crime e quem corrobora as suas explicações.</i>			

Figura 1. Modelo de Perfil dos Suspeitos (Adaptado de Wheeler, Maeng & Smetana, 2014)



Figura 2. Grupo do Facebook

1.2. Preparação do Laboratório Criminal

Os restantes grupos deverão pesquisar acerca de técnicas laboratoriais que permitam:

- (1) identificar se a substância encontrada na roupa da vítima é sangue;
- (2) detetar fluídos corporais que possam ser encontrados no local de um crime, como a saliva e o sangue;
- (3) revelar impressões digitais recolhidas no local de um crime;
- (4) analisar a tinta numa folha de papel encontrada no local de um crime;
- (5) analisar amostras de solo recolhidas no local de um crime;
- (6) observar amostras de cabelo retiradas do local de um crime.

Dependendo do acesso dos alunos à *Internet* esta tarefa poderá ser realizada numa sala de computadores na escola (numa aula de TIC) ou fora do tempo de aula.

No *sítio* na Internet deverão constar algumas sugestões de leitura, como por exemplo as disponibilizadas em: <http://cfqeses.wix.com/investigacaocriminal#!quimica-forense/cjg9>; e <http://cfqeses.wix.com/investigacaocriminal#!trabalho-laboratorial/c1d0o>.

A pesquisa relativa à análise de cabelo deverá ser realizada em colaboração com o docente da disciplina de Ciências Naturais.

O relatório resultante da pesquisa que efetuaram deverá ser submetido num fórum na plataforma *Moodle* (ver figura 3). A partilha dos resultados da pesquisa é fundamental para que os alunos se preparem para o trabalho laboratorial.

CIÊNCIA FORENSE E INVESTIGAÇÃO CRIMINAL

A ciência forense é uma área interdisciplinar que envolve física, biologia, química, matemática e várias outras ciências

Esta tarefa consiste na realização de uma investigação em tomo de um caso de homicídio fictício.

Todas as informações e materiais necessários poderão ser encontrados no site: <http://cfqeses.wix.com/investigacaocriminal>

Em baixo dispõem de alguns fóruns criados para partilha dos materiais elaborados.

A 1.ª parte do trabalho deverá ser concluída até ao final do dia 7 de dezembro.

A 2.ª parte do trabalho realiza-se no dia 11 de dezembro com a aula de laboratório, onde todos os grupos devem estar presentes nas duas horas de aula. O guião do trabalho laboratorial, que deverão preparar e trazer impresso (um por grupo) para esta aula e entregar à docente no final da mesma, está disponível em baixo.

A 3.ª parte do trabalho - "Julgamento" - decorrerá na próxima aula (18/12/14). Os grupos responsáveis pelas tarefas a), b) e c) terão de submeter os trabalhos no prazo até ao final do dia 17/12. Os grupos que vão desenvolver a tarefa d) terão que submeter os trabalhos até ao final do dia 19/12. E por último, o grupo responsável pela elaboração da tarefa e) deverá submeter a sua parte do trabalho até ao final do dia 21/12. Os detalhes acerca das tarefas encontram no site.

- Fórum - "Reconstituição do Crime"
- Fórum - "Perfil dos Suspeitos"
- Fórum - "Técnicas de Análise das Provas"
- Guião do Trabalho Laboratorial
- Trabalho final - Julgamento

Figura 3. Plataforma Moodle

2. Laboratório Criminal

Esta etapa envolve a implementação de trabalho laboratorial ao longo de duas sessões de 90 minutos. Caso se verifique que os alunos não conseguem concluir todas as tarefas no tempo previsto este poderá ser estendido em articulação com o docente de Ciências Naturais. É fundamental o apoio deste na realização da atividade 5.

Idealmente todos os grupos deverão realizar as cinco atividades laboratoriais, todavia por restrições de tempo e/ou material o professor poderá dividir os grupos pelas diferentes técnicas, que no final deverão partilhar os resultados obtidos e as suas conclusões.

A disponibilidade de material na escola poderá constituir uma forte condicionante na realização de todas as atividades, por isso caberá ao professor mediante os recursos disponíveis eliminar ou substituir alguma(s) atividade(s).

Tendo por base o perfil dos suspeitos elaborado por um grupo de alunos o professor preparará as amostras de modo a que os resultados do trabalho laboratorial apontem para dois possíveis suspeitos.

Para a preparação das amostras de solo sugere-se, de acordo com Wheeler et al. (2014), a utilização de solo fértil de jardinagem e, em vez de tentar encontrar diferentes solos com características muito específicas, a adição de algumas substâncias às amostras de solo como é descrito na tabela 1. De realçar, ainda, que o professor deverá ter o cuidado de testar vários solos, pois a sua composição poderá influenciar os resultados. Seguindo as indicações da

tabela 1, por exemplo, os resultados apontarão para o suspeito A pois serão idênticos aos obtidos para a amostra recolhida no local do crime.

Tabela 1. *Preparação das amostras (Adaptado de Wheeler, et al.,2014)*

Amostra	Substâncias adicionadas a 5 g de solo	pH	Teste de Carbonato
Cena do crime	Nada	6	Negativo
Suspeito A	Nada	6	Negativo
Suspeito B	1,0 g de bicarbonato de sódio	7	Negativo
Suspeito C	0,5 g de ácido cítrico e 0,5 g de CaCO ₃	5	Positivo
Suspeito D	0,25 g de CaCO ₃	6	Negativo
Suspeito E	1,0 g de bicarbonato de sódio e 0,5 g de CaCO ₃	6	Positivo
Suspeito F	3,0 g de bicarbonato de sódio e 0,5 g de CaCO ₃	8	Positivo

Algumas substâncias requerem uma forte supervisão do professor no seu manuseio por parte dos alunos, nomeadamente o iodo, a solução de ácido nítrico e o luminol.

Os alunos deverão recolher imagens e vídeos durante a implementação do trabalho laboratorial com o intuito de enriquecerem o *sítio* na Internet em construção.

Poderão, ainda, ser realizadas outras atividades de extensão ao trabalho laboratorial, nomeadamente a determinação da concentração, em massa, de algumas soluções preparadas em laboratório.

De seguida apresenta-se o guião didático da aula de laboratório, a disponibilizar aos alunos somente depois da etapa 1 estar concluída.

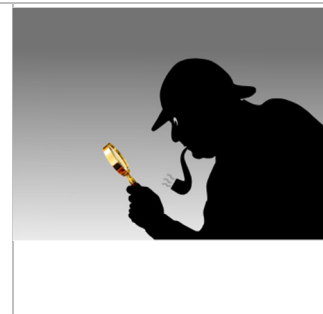
INVESTIGAÇÃO CRIMINAL

Nome: _____

N.º ___ Turma: _____

Elementos do grupo: _____

Data: ___ / ___ / _____



A história de um crime...

Uma aluna de 17 anos foi encontrada morta, no passado dia 12 de dezembro, no exterior da escola. A polícia chegou ao local às 20:30, depois de alertada por uma funcionária da escola, e encontrou o corpo da vítima no espaço exterior junto à vedação. No local do crime observou-se que o corpo da vítima apresentava ferimentos na frente e foram recolhidas algumas evidências. As provas recolhidas na cena do crime incluíam a roupa da vítima, um papel, com a mensagem "19:00 atrás da escola", fios de cabelos retirados da mão da vítima e amostras de solo.

Disponível em: <http://cfqeses.wix.com/investigacaocriminal>

Na primeira etapa da atividade "Investigação Criminal" a reconstituição e a encenação do local do crime ficaram a cargo de um grupo de alunos, que disponibilizaram os registos fotográficos e o vídeo produzido no fórum "Reconstituição do crime" na plataforma *Moodle* e no *site* (<http://cfqeses.wix.com/investigacaocriminal>).

Outro grupo de alunos elaborou uma lista de possíveis suspeitos e a ficha de perfil de cada um dos suspeitos, elementos que foram posteriormente disponibilizados no fórum "Perfil dos suspeitos" e no *site*.

Laboratório Criminal...

No Laboratório de Polícia Científica (LPC) são analisadas as provas recolhidas no local do crime usando para o efeito diferentes técnicas, consoante a especificidade de cada prova.

Os restantes grupos de trabalho pesquisaram acerca de técnicas laboratoriais que permitem a deteção de sangue, fluídos corporais, e a identificação de impressões digitais, tinta e amostras de solo e cabelo em provas recolhidas no local do crime. A pesquisa realizada pode ser consultada na plataforma *Moodle* no Fórum “Técnicas de Análise das Provas”.

Na aula de laboratório, cada grupo deverá realizar as seguintes atividades:

1. Deteção de sangue e outros fluídos corporais

Introdução Teórica



Luz Negra na Ciência Forense

A “luz negra de tubo”, como é vulgarmente conhecida, é uma lâmpada fluorescente com um revestimento de fósforo que absorve as ondas nocivas de luz UV-B e UV-C e emite luz UV-A. O tubo de vidro bloqueia a maior parte de luz visível, de modo que somente a luz UV-A, que é pouco prejudicial e alguma luz visível azul e violeta passam por ele. Os investigadores forenses, ao analisar uma cena do crime usam habitualmente lanternas deste tipo, pois algumas provas não são visíveis à luz branca (luz natural). A lanterna de luz negra revela, basicamente, tudo o que contém fósforo, ou seja, os fluidos corporais, cabelos, fibras, entre outros vestígios. Para os fluidos corporais, como o sêmen, a saliva e fluidos vaginais, este tipo de luz é o único método de revelação.

Técnicas de Deteção de Sangue

Existem inúmeras técnicas que permitem detetar a presença de sangue, mas vamos debruçar-nos sobre uma que consiste na utilização do luminol (5-amino-2,3-di-hidro-1,4-ftalazinadiona). Esta substância “é capaz de revelar uma partícula de sangue dispersa entre 999 milhões de outras partículas, como a água. Tem ainda a vantagem de não afectar a cadeia de DNA, permitindo o reconhecimento posterior dos criminosos ou das vítimas”. “Em solução básica, o luminol existe na forma de iões, que reagem com o oxigénio resultante da degradação da água oxigenada (solução de peróxido de hidrogénio), originando um peróxido orgânico muito instável. Este decompõe-se imediatamente em azoto e” 3-aminoftalato (3-APA*) “num estado excitado. Ao regressar ao estado fundamental, o” nitrogénio “liberta um fotão, cujo comprimento de onda corresponde à luz azul”. A oxidação do luminol descrita anteriormente é catalisada pelo ião Ferro (II), assim, basta uma pequena quantidade de sangue para que a oxidação do luminol ocorra com libertação de luz.

Retirado de: <http://web.ist.utl.pt/palmira/ars.scientia>

Protocolo Experimental

1. Junta 2 g de luminol a 250 mL de água e adiciona à solução 15 g de hidróxido de sódio (NaOH).
2. Num dispersor mistura igual volume da solução anterior e solução de peróxido de hidrogénio (H₂O₂) a 3%.
3. Borrifa um pouco da mistura na superfície ou prova a analisar num local escurecido.
4. Ilumina o local com a lanterna de radiação ultravioleta.
5. Observa o que acontece.

Registo de Resultados

2. Revelação de Impressões Digitais



Introdução Teórica

Técnica do Iodo

Existem inúmeros métodos que permitem reconhecer e analisar impressões digitais, porém, focamo-nos na técnica do iodo (I₂). Nas nossas mãos existem gorduras na forma de ácidos gordos, que são hidrocarbonetos que possuem duplas ligações. Ao pressionar o papel, essa gordura transfere-se para o mesmo. O iodo sublima à temperatura ambiente, porém é um processo lento, por isso é utilizada a lamparina. Esse vapor reage com os ácidos gordos que foram transferidos para o papel, surgindo uma reação em que o iodo quebra as ligações duplas presentes.

Protocolo Experimental

1. Num *erlenmeyer* coloca 2 cristais de iodo.
2. Esfrega um dedo na testa e carrega com o dedo numa tira de cartolina.
3. Coloca a tira de cartolina dentro do *erlenmeyer* e fecha o recipiente com um pedaço de algodão.
4. Aquece o *erlenmeyer* levemente com a lamparina.

5. O procedimento é repetido para cada uma das amostras (a recolhida na cena do crime e as impressões digitais dos suspeitos).

Registo de Resultados

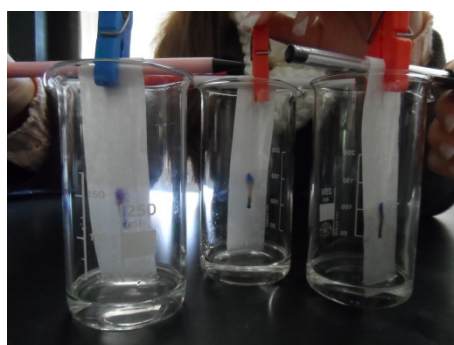
--

3. Análise de uma amostra de tinta

Introdução Teórica

Cromatografia

Técnica utilizada para separar substâncias coloridas que têm a propriedade de serem transportadas a distâncias diferentes pelo mesmo eluente. Podemos usar a cromatografia em papel para separar os corantes de tintas de canetas e marcadores. Após algum tempo, os vários corantes arrastados pelo solvente - fase móvel - encontram-se em posições diferentes no papel - fase estacionária. Dependendo da constituição de mistura de cada tinta, os pigmentos vão-se separar percorrendo distâncias diferentes no papel. O cromatograma obtido que mais se assemelha com o da caneta do papel encontrado no local do crime permite ao cientista forense concluir qual dos suspeitos terá sido o provável autor do crime.

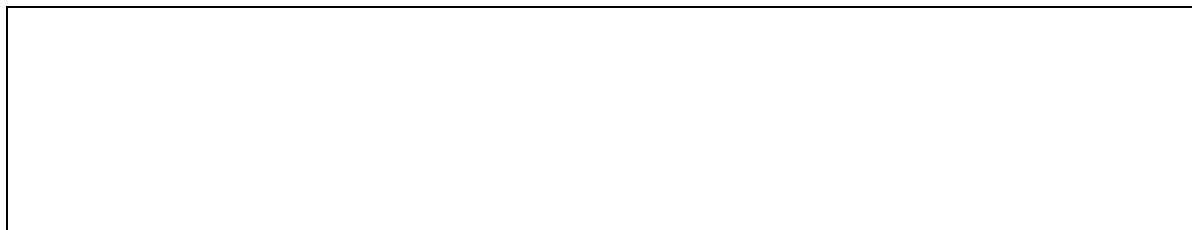


Protocolo Experimental

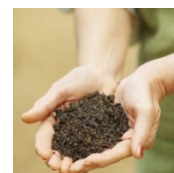
1. Coloca no gobelé 10 mL de água (H_2O) e 15 mL de etanol (C_2H_6O), uma substância que vulgarmente chamamos de álcool etílico.
2. Marca um ponto com uma caneta, pertencente ao suspeito A, ao centro da linha reta desenhada a lápis a cerca de 1 cm do limite do papel de filtro.

3. Introduz o papel de filtro no gobelé prendendo-o com uma mola a um lápis ou caneta, como mostra a figura apresentada atrás.
4. Repete os pontos anteriores do procedimento para testar as canetas dos restantes suspeitos e da mancha de tinta retirada do local do crime.
5. Analisa os cromatogramas obtidos e compare com o cromatograma obtido a partir da análise do papel retirado no local do crime.

Tratamento dos Resultados



4. Análise ao solo



Introdução Teórica

Teste de pH e Teste de Carbonato

No local de um crime são recolhidas várias amostras de solo e analisadas outras marcas deixadas no solo, nomeadamente pegadas. No campo da Química Forense existem várias técnicas de análise do solo, sendo que algumas das mais usadas prendem-se com a medição do pH e a deteção de outras substâncias contidas no solo. Por exemplo, a efervescência da amostra de solo ao adicionarmos um ácido confirma a presença de carbonato de cálcio (CaCO_3), substância característica dos solos calcários.

Protocolo Experimental

1. Coloca 25 mL de água num gobelé.
2. Introduz 0,5 g da amostra de solo no gobelé e agita de forma a dissolver as substâncias da amostra solúveis em água.
3. Molha uma vareta de vidro na solução e toca num pequeno pedaço do papel de pH verificando a cor produzida.
4. Repete os procedimentos anteriores para cada uma das setes amostras, a recolhida no crime e as retiradas do calçado dos seis suspeitos (preparadas previamente pelo professor).

5. Adiciona 25 mL de solução de ácido nítrico (HNO_3), de concentração $31,15 \text{ g/dm}^3$, a cada um dos gobelés e observa o que acontece.

Tratamento de Resultados

Amostra	pH	Teste de Carbonato
Cena do crime		
Suspeito A		
Suspeito B		
Suspeito C		
Suspeito D		
Suspeito E		
Suspeito F		

5. Análise do cabelo

Introdução Teórica

Análise Microscópica ao Cabelo

Frequentemente na cena de um crime são encontrados fios de cabelo, que posteriormente são analisados com um microscópio. A análise microscópica permite analisar se os cabelos são humanos (Figura A) ou de um animal (Figura B), pois no caso dos animais o núcleo (medula), onde está concentrado o pigmento, é mais espesso. A observação ao microscópio possibilita também identificar características únicas de cada cabelo (por exemplo: a cor, a tinta, o corte recente do cabelo).



Figura A



Figura B

Retirado de: http://www.fbi.gov/about-us/lab/forensic-science-communications/fsc/jan2004/research/2004_01_research01b.htm

Protocolo Experimental

1. Coloca uma gota de água sobre uma lâmina.

2. Transporta para a lâmina o fio de cabelo proveniente da amostra recolhida no corpo da vítima.
3. Cobre o fio de cabelo com uma lamela, de modo a fazer um ângulo de 45° com a lâmina, deixando-a cair lentamente e utilizando a agulha de dissecação.
4. Observa ao microscópio o fio de cabelo, com a objetiva de menor ampliação. Move lentamente o parafuso micrométrico. Repete este procedimento com objetivas de média e grande ampliação.
5. Regista as características do fio de cabelo observado.
6. Repete os procedimentos apresentados nos pontos anteriores para as amostras de cabelos dos seis suspeitos.

Tratamento de resultados

Amostra	Características dos cabelos observado
Cena do crime	
Suspeito A	
Suspeito B	
Suspeito C	
Suspeito D	
Suspeito E	
Suspeito F	

Relatório do Trabalho Laboratorial

Preenche a tabela seguinte (assinalando com uma X) com as conclusões sobre os suspeitos que foi possível tirar por comparação dos resultados obtidos nas atividades 2, 3, 4 e 5 com a cena do crime.

Suspeito	Impressões Digitais	Cromatografia	Análise do solo	Análise do cabelo
A				
B				
C				
D				
E				
F				

De seguida, descreve de forma sucinta as principais conclusões que sobressaem das atividades realizadas no laboratório quanto à acusação de um ou mais suspeitos.

3. Discussão final

Depois de realizadas todas as atividades em laboratório verificou-se que os resultados apontam para dois suspeitos. A atividade da revelação das impressões digitais é inconclusiva, mas as restantes deverão indicar dois possíveis criminosos. Por exemplo, a atividade da cromatografia em conjunto com a de análise do cabelo poderão indicar um suspeito, e a análise de cabelo e do solo poderão indicar outro.

O professor deverá disponibilizar pelo menos 45 minutos para a preparação e outros 45 minutos para a realização do “julgamento”. A organização desta etapa do “julgamento” segue em linhas gerais o trabalho desenvolvido por Wheeler et al. (2014), que divide as tarefas a desenvolver por cada grupo de alunos nos seguintes papéis:

- (a) Cientista forense – Cada grupo representa um cientista forense especializado em cada uma das atividades laboratoriais (cromatografia, análise do cabelo e do solo) que apresentaram evidências sólidas para constituir arguidos dois suspeitos.
- (b) Procurador – Cada grupo é responsável pela acusação em tribunal dos suspeitos (um grupo por suspeito).
- (c) Advogado de Defesa - Cada grupo assume a defesa de cada um dos suspeitos (um grupo por suspeito).

3.1. Preparação do “Julgamento”

Durante a planificação o professor apoia os alunos na elaboração da argumentação, podendo mesmo apresentar alguns excertos de séries televisivas para ilustrar melhor a forma como deverão construir argumentos suportados pelas evidências. Os grupos que desempenharem o papel de cientista forense terão de aprofundar o seu conhecimento sobre cada uma das atividades laboratoriais realizadas, incluindo analisar as suas limitações. Aos grupos responsáveis pela acusação caberá a função de elaborar questões a colocar aos cientistas forenses com o objetivo de demonstrar a validade das conclusões que fundamentam a acusação dos dois suspeitos e preparar um pequeno texto com as alegações finais. A defesa deverá elaborar também as alegações finais e um conjunto de questões que argumentem que os dados obtidos não fornecem provas suficientes para implicar os suspeitos. Nesta fase seria importante contar com o apoio da docente de Língua Portuguesa.

Caso seja impossível despender tanto tempo de aula no apoio aos alunos, o professor poderá adotar outras estratégias como a criação na plataforma *Moodle* de fóruns de discussão de grupo, com a orientação do professor à distância.

Se se tratar de uma turma muito grande e não for possível distribuir todos os grupos pelos três papéis definidos o professor poderá acrescentar outros, nomeadamente o escrivão do tribunal (com a função de registar tudo o que foi dito ao longo do julgamento para que constem

dos autos do processo) e o júri (com a função de deliberar acerca da condenação dos réus, tendo por base aquilo que presenciaram durante o julgamento e o relatório do processo redigido pelo escrivão oficial).

Todos os textos produzidos pelos grupos deverão ser submetidos na plataforma *Moodle* para apreciação.

3.2. O “Julgamento”

Durante o “julgamento” o professor assume o papel de juiz e, na ausência de um júri, à semelhança de um processo real toma a decisão final sobre o caso. Assumindo este papel o professor poderá organizar melhor a discussão e garantir que todos os alunos participam.

No final o professor poderá solicitar a realização de um “relatório do crime” individual, que resuma as principais conclusões.

Bibliografia recomendada

Bell, S. (2008). *Crime and circumstance: investigating the history of forensic science*. Westport, CT: Praeger Publishers.

Chemello, E. (2006). *Ciência forense: impressões digitais*. Recuperado de http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2006dez_forense1.pdf

Deedrick, D. W., & S. L. Koch (2004). Microscopy of hair part I: A practice guide and manual for human hairs. *Forensic Science Communities*, 6(1). Recuperado de: http://www.fbi.gov/about-us/lab/forensic-science-communications/fsc/jan2004/research/2004_01_research01b.htm

Deedrick, D. W., & S. L. Koch (2004). Microscopy of hair part II: A practice guide and manual for animal hairs. *Forensic Science Communities*, 6(3). Recuperado de: http://www.fbi.gov/about-us/lab/forensic-sciencecommunications/fsc/july2004/research/2004_03_research02.htm

Fiolhais, C. (Coord.), Ferreira, A. J., Constantino, B., Portela, C., Braguez, F., Ventura, G., ... Rodrigues, S. (2013). *Metas Curriculares do 3.º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Físico-Químicas*. Lisboa: Ministério da Educação/Departamento da Educação Básica.

Galvão, C. (Coord.), Neves, A., Freire, A. M., Lopes, A. M., Santos, M. C., Vilela, M. C., ... Pereira, M. (2001). *Ciências físicas e naturais. Orientações curriculares para o 3º ciclo do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação/Departamento da Educação Básica.

- Hein, A. J. (2003). The Crime Lab Project. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 40(2), 15-28.
- Houck, M. M. (2015). *Forensic Chemistry*. Oxford: Elsevier, Inc.
- Nabais, J. V. (s.d). *C(omo) S(aber) I(nvestigar). Química e Crime – O caso das impressões digitais*. Recuperado de: http://www.videos.uevora.pt/quimica_para_todos/qpt_impressoes_digitais.pdf
- National Research Council (NRC) (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- Newton, D. E. (2007). *Forensic Chemistry*. New York: Facts on Files, Inc.
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196.
- Sebastiany, A. P., Pizzato, M. C., Del Pino, J. C., & Salgado, T. D. M. (2013). A utilização da Ciência Forense e da Investigação Criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. *Educación Química*, 24(1), 49-56.
- Silva, L., Dias, R., & Silva, P. F. (2008). *Os Detetives Químicos*. Recuperado de: <http://web.ist.utl.pt/palmira/ars.scientia>
- Silva, P. S., & Rosa, M. F. (2013). Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de Química. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 6(3), 148-160.
- Wheeler, L. B., Maeng, J. L., & Smetana, L. K. (2014) Incorporating Argumentation through Forensic Science. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 51(3), 67-77.

FICHA TÉCNICA

Título:	Investigação Criminal nas Aulas de Físico-Químicas
Autora:	Marisa Correia
Imagens:	Marisa Correia http://pt.wix.com http://pixabay.com (repositório de imagens para uso pessoal e comercial sem atribuição) http://www.fbi.gov/about-us/lab/forensic-sciencecommunications/fsc/jan2004/research/2004_01_research01b.htm
Publicação:	30 de junho de 2015



Publicação sob uma Licença *Creative Commons* da Casa das Ciências