



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO – UFRRJ
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA

PRODUTO EDUCACIONAL

Kit e roteiro de química para aula experimental lúdica com conotação forense produzido com materiais alternativos

Jaqueline da Rocha

Produto Educacional resultado da dissertação de Mestrado realizada sob a orientação do Prof. Dr. Cláudio Eduardo Rodrigues do Santos, apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/UFRRJ), como requisito para obtenção do título de Mestre em Química.

Seropédica, RJ
Agosto de 2020

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dimensões da casinha de transporte para animais de médio porte	8
Figura 2 – Casinha de plástico para animais domésticos de médio porte	9
Figura 3 – Base da casinha para transporte de animais de médio porte	9
Figura 4 – Tecido de brim na cor preta e posicionamento dos tecidos no preparo da câmara escura.....	10
Figura 5 – Parte frontal da câmara de revelação de quimioluminescência e visualização da reação de fluorescência dentro da câmara de revelação	10
Figura 6 – Registro fotográfico da câmara revelador	11
Figura 7 – Registro fotográfico da almofada de carimbo.....	11
Figura 8 – Registro fotográfico do catálogo de digitais	12
Figura 9 – Registro fotográfico do borrifado com ninidrina	12
Figura 10 – Registro fotográfico dos recipientes para armazenamento das digitais e caixa de medicamentos revestida com papel cartão	13
Figura 11 – Registro fotográfico dos guardanapos pintados com batom e um deles impregnado com sangue artificial	14
Figura 12 – Registro fotográfico dos materiais usados por grupo (exceto pinça e câmara reveladora	20
Figura 13 – Registro fotográfico da introdução da aula mediada pela professora e acompanhada pelos alunos	21
Figura 14 – Registro fotográfico da papiloscopia (revelação com iodo)	21
Figuras 15 – Registro fotográfico da análise das impressões digitais, revelação com ninidrina	22
Figura 16 – Registro fotográfico do preparo das soluções pelos alunos	22
Figura 17 – Registro fotográfica da observação dos alunos da fluorescência da solução utilizando a câmara escura.....	23
Figura 18 – Mecanismo de oxidação do luminol	24
Figura 19 – Representação estrutural da molécula de ninidrina.....	26

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	6
2 LISTA DE MATERIAIS UTILIZADOS	7
3 CONSTRUÇÃO DOS MATERIAIS CONTIDOS NO KIT.....	8
3.1 Materiais e montagem da câmara escura para a revelação da reação de quimioluminescência.....	8
3.2 Materiais e montagem da câmara reveladora com iodo para análise papiloscópica.....	11
3.3 Materiais e montagem do catálogo de digitais.....	12
3.4 Materiais e montagem do borrifador com ninidrina	13
3.5 Materiais e montagem dos papéis e caixas com as impressões digitais	13
3.6 Materiais e montagem dos guardanapos com sangue artificial	14
4 ROTEIROS DA AULA EXPERIMENTAL	14
Texto 1 – Situação problema.....	15
Roteiro A.....	15
Roteiro B.....	17
Questões para serem discutidas em sala de aula.....	19
5 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DA AULA EXPERIMENTAL.....	20
Primeira etapa – Preparo do ambiente para execução da aula prática.....	20
Segunda etapa – Divisão dos grupos	20
Terceira etapa – Introdução da aula.....	21
Quarta etapa – Análise papiloscópica.....	21
Quinta etapa – Preparo das soluções e verificação da presença de sangue na amostra.....	22
Sexta etapa – Finalização da aula prática	23
6 MATERIAL DE APOIO A SER ENTREGUE AOS ALUNOS.....	23
6.1 Noções de química forense	23
Identificação de manchas de sangue.....	23
Análise papiloscópica	24

Impressões papilares latentes (IPL)	25
Técnica de vapor de iodo.....	26
Técnica da ninidrina.. ..	26
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1 APRESENTAÇÃO

Através de uma reflexão sobre o ensino de química nas escolas, são identificados diversos problemas, sejam eles de natureza física, como a falta de laboratório e de materiais; ou de natureza social, como a indisciplina, a falta de interesse dos alunos, e, ainda, as questões cognitivas que permeiam a aprendizagem. Sendo assim, este trabalho foi formulado a fim de amenizar esses contratemplos que atravessam o ensino de química nas escolas brasileiras.

Desse modo, desenvolveu-se um produto educacional com os objetivos de atrair o interesse dos discentes, melhorar o processo ensino-aprendizagem nas aulas de química, aprimorar a interação entre os alunos e entre os alunos e o professor, e também apresentar um modo de trabalhar uma variedade de conceitos químicos que podem ser abordados nas etapas da atividade lúdica que será apresentada neste trabalho.

Este produto educacional é composto de dois roteiros e de um kit de química. Sendo assim, os roteiros são formados por textos lúdicos com conotação forense e também apresentam as etapas das técnicas dos processos investigativos que os alunos irão participar. Como material de apoio, será entregue um texto que fornece informações sobre as técnicas periciais que serão utilizadas.

Enquanto o kit de química, produzido com materiais alternativos, é composto por uma câmara escura de revelação de reação de quimioluminescência, um borrifador para a aspersão de ninidrina, uma câmara para revelação papiloscópica usando iodo, um catálogo de digitais, além dos reagentes necessários para o preparo das soluções.

A aplicação desse produto traz a possibilidade de trabalhar com os alunos uma quantidade diversificada de conteúdos químicos em cada etapa da experiência investigativa. A seguir, foram listadas algumas alternativas:

- . Na etapa de revelação de impressões digitais:** com o iodo podem ser abordados mudança de estado físico (sublimação), características, halogênio, posição na tabela; e com a ninidrina é possível discutir cinética química, lipídios, ácidos graxos e suas reações. Desse modo, a partir do encontro entre a química e a biologia, o aprendizado é ampliado, o que resulta em uma interdisciplinaridade.
- . Na etapa de preparo de soluções:** podem ser abordados diversos tipos de concentrações de soluções, como também mais tópicos relacionados a soluções;
- . Na etapa da revelação do sangue:** pode ser abordado o fenômeno da fosforescência, além da fluorescência, abrangendo o tema quimiluminescência, uma vez que a energia liberada na

reação é sob forma de luz, e, assim, é possível relacionar os efeitos de emissão de luz e estrutura atômica.

2. Lista de materiais utilizados

Lista de materiais disponíveis por grupo

- ✓ 4 pares de luvas, uma para cada componente do grupo;
- ✓ 1 proveta de 100 mL;
- ✓ 2 bêqueres (um de 100 mL e outros dois de 50 mL cada);
- ✓ 1 caixa com impressão digital a ser revelada;
- ✓ 2 garrafas plásticas de 500 mL (uma contendo 0,1g de luminol e a outra que deverá ser utilizada para a preparação da solução de hidróxido de sódio);
- ✓ 2 guardanapos (um contendo batom e o outro, batom e sangue artificial);
- ✓ 1 óculos de proteção.

Lista de materiais disponíveis para todos os alunos

- ✓ 1 balança digital;
- ✓ Hidróxido de sódio sólido (comercial) para o preparo da solução 4% m/v;
- ✓ Água oxigenada de 10 volumes (comercial) para o preparo da solução 0,3% v/v;
- ✓ 1 colher de sobremesa;
- ✓ 1 câmara escura;
- ✓ 2 câmaras reveladoras com iodo e areia;
- ✓ 1 catálogo de digitais;
- ✓ 1 borrifador com a solução de ninidrina (previamente preparada);
- ✓ 1 secador de cabelos;
- ✓ 2 recipientes plásticos (A e B) para armazenar os papéis com as impressões digitais;
- ✓ 1 proveta de vidro.

Observação: A solução de ninidrina precisa ser previamente preparada pelo professor, que deve obedecer às normas de segurança (utilizar capela, luvas e óculos de proteção). Essa solução deve pesar 4 g de ninidrina e ser avolumada a 150 mL de álcool etílico comercial

96% v/v. A solução também deve ser aquecida para ocorrer a solubilização, para isso usa-se uma chapa de aquecimento.

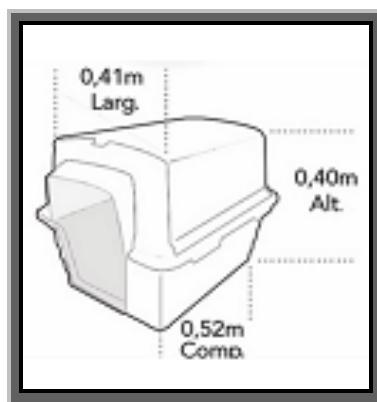
3 Construção dos materiais contidos no Kit de química

3.1 Materiais e montagem da câmara escura para a revelação da reação de quimioluminescência

Materiais utilizados

- ✓ Uma casinha de material plástico na cor preta, usada para acomodar animais domésticos de médio porte, nas dimensões abaixo;

Figura 1 – Dimensões da casinha de transporte para animais domésticos de médio porte.



- ✓ Quatro pedaços de tecido de brim na cor preta, nas dimensões 1 metro de comprimento e 1 metro de largura;
- ✓ Adesivo instantâneo 793;
- ✓ Fita isolante na cor preta;
- ✓ Estilete;
- ✓ Fonte de calor (chama do fogão) para aquecer o estilete;
- ✓ Tesoura;
- ✓ Fita métrica.

Montagem da câmara escura

1º) Faça seis furos na parte superior lateral da caixa, como está representado na figura 2. Para isso, utilize um estilete aquecido na chama do fogão. Cada furo deverá possuir aproximadamente 5 cm de diâmetro.

Figura 2 – Casinha de plástico para animais de médio porte.



Fonte: A autora (2019).

2º) Feche todos os orifícios presentes na parte da lateral com a fita isolante preta, como mostra a figura 3.

Figura 3 – Base da casinha para transporte de animais de médio porte.



Fonte: A autora (2019).

3º) Corte 4 pedaços de tecidos de brim na cor preta, com as dimensões de 1 metro de largura e 1 metro de comprimento. Depois cole esses pedaços nas laterais da caixa utilizando o adesivo instantâneo 793, como mostra a figura 4.

Figura 4 – Tecido de brim na cor preta e posicionamento dos tecidos no preparo da câmara escura.



Fonte: A autora (2019).

Figura 5 – Parte frontal da câmara de revelação de quimioluminescência e visualização da reação de fluorescência dentro da câmara de revelação.



Fonte: A autora (2019).

3.2 Materiais e montagem da câmara reveladora com iodo para análise papiloscópica

Materiais utilizados

- ✓ Um recipiente pequeno de plástico com tampa;
- ✓ 20 g de areia,
- ✓ 10 gotas de solução de iodo comercial vendido em farmácias.

Montagem da câmara reveladora

Em um recipiente de plástico, misture aproximadamente 20 g de areia com 10 gotas de solução de iodo comercial. Foto do recipiente a seguir (figura 6).

Figura 6 – Registro fotográfico da câmara reveladora.



Recipiente com iodo.

Fonte: A autora (2019).

3.3 Materiais e montagem do catálogo de digitais

Materiais utilizados

- ✓ Uma folha de papel cartão na cor branca;
- ✓ Uma almofada de carimbo;
- ✓ Fita adesiva transparente grossa, com 40 mm.

Montagem do catálogo de digitais

Utilize a almofada de carimbo (figura 7) para imprimir cinco digitais diferentes, das mãos (o polegar, o anelar, o dedo médio e o dedo mínimo) e do dedão do pé, em um pedaço de papel cartão. Em seguida, plastifique o papel cartão com a fita adesiva (figura 8).

Figura 7 – Registro fotográfico da almofada de carimbo.



Fonte: A autora (2019).

Figura 8 – Registro fotográfico do catálogo de digitais



Fonte: A autora (2019).

3.4 Materiais e montagem do borrifador com ninidrina

Materiais utilizados

- ✓ Borrifador bucal de mel e própolis vazio;
- ✓ Solução de ninidrina;
- ✓ Alicate de bico.

Montagem do borrifador com ninidrina

Utilize um borrifador bucal de mel e própolis, facilmente encontrado em farmácias, para armazenar a solução. Para isso, retire a tampa do borrifador vazio com o auxílio de um alicate, higienize-o com água e sabão e adicione solução etanólica com ninidrina (figura 9). Use o alicate para lacrar novamente o borrifador.

Figura 9 – Registro fotográfico do borrifado com ninidrina.



Fonte: A autora (2019).

3.5 Materiais e montagem dos papéis e caixas com as impressões digitais

Materiais utilizados

- ✓ 4 caixas vazias de medicamentos;

- ✓ Papel cartão suficiente para embrulhar as caixas de medicamentos (neste experimento foram utilizados 4 papéis);
- ✓ Cola branca ou fita adesiva.

Montagem dos papéis e caixas com as impressões digitais

Revista as caixas com o papel cartão e imprima em cada uma a impressão digital do dedo mindinho. Para isso, use a própria saliva do professor.

Para o preparo das impressões digitais impressas no papel cartão, escolha duas impressões bem distintas. É necessário que uma parte dos cartões, aproximadamente 10, sejam impressas com a mesma impressão da caixa (o dedo mindinho) e que as outras 10 sejam impressas com o dedão do pé, para serem os personagens suspeitos, que são A (André) e B (Paula). Os papéis com as digitais dos dois suspeitos devem ser colocados cada um em um recipiente plástico A e B, como mostra a figura 10.

Figura 10 – Registro fotográfico dos recipientes para armazenamento das digitais e caixa de medicamentos revestida com papel cartão.



Fonte: A autora (2019).

3.6 Materiais e montagem dos guardanapos com sangue artificial

Materiais utilizados

- ✓ Ferricianeto de potássio ($K_3[Fe(CN)_6]$), “Sangue artificial”, em quantidade suficiente para pintar quatro quadrados de 2 cm de comprimento por 2 cm de largura, um em cada guardanapo;
- ✓ 8 folhas de guardanapo branco;
- ✓ 1 batom na tonalidade vermelha.

Montagem dos guardanapos com sangue artificial

Recorte oito tiras de guardanapo e numere quatro com o número 1 e as outras quatro com o número 2. Em seguida, demarque quadrados de 2 cm de largura com 2 cm de

comprimento em todas as tiras. Posteriormente, pinte todos eles com batom de tonalidade vermelha e impregne com o sangue artificial os quatro guardanapos com a numeração 2, como mostra a figura 11.

Figura 11 – Registro fotográfico dos guardanapos pintados com batom e um deles impregnado com sangue artificial.



Fonte: A autora (2019).

4 Roteiros da aula experimental

Texto 1 – Situação problema

Nas indústrias farmacêuticas, todos os processos de produção dos medicamentos são atentamente controlados, desde a análise dos insumos, os materiais de embalagem, os intermediários da produção, a análise do produto final, o armazenamento e as condições de transporte.

Em uma das etapas de finalização de produção de um determinado medicamento líquido, um dos funcionários observou a presença de uma tonalidade vermelha, que destoava da aparência habitual, amarelo claro, em um frasco. Imediatamente o funcionário retirou esse frasco juntamente com outro para realizar testes.

Outro funcionário, na etapa de embalagem do medicamento, percebeu que algumas caixas de medicamentos não estavam tão limpas, então as retirou. Além disso, percebeu que a cartolina branca sobre a bancada também não estava limpa. Posteriormente, o frasco com tonalidade vermelha, o frasco com tonalidade amarelo claro, as caixas de medicamentos e a cartolina foram encaminhadas à **equipe de análise técnica, formada por 4 peritos em química.**

Diante do ocorrido, a equipe de análise levantou as seguintes hipóteses:

→ As caixas de medicamentos podiam ter impressões digitais, assim como a cartolina. Então, checaram que naquele setor havia 5 funcionários que, em rodízio, trabalhavam

permanentemente, e que só era permitido trabalhar 2 pessoas por vez na sala. Então resolveram fazer uma análise papiloscópica e comparar com o cadastro de digitais que a empresa detinha desses 5 funcionários do setor.

→ A partir dos frascos com tonalidade vermelha, surgiu a hipótese de que tal líquido poderia conter sangue. Assim, resolveram verificar com ensaio específico para testar a teoria.

Questionamentos:

- 1) Quais pessoas estavam na sala e deixaram a impressão digital na cartolina branca sobre a bancada?
- 2) Quais pessoas manusearam as caixas de medicamentos e estavam na etapa de embalagem de medicamento sem o cuidado necessário?
- 3) O frasco com medicamentos com tonalidade vermelha realmente era sangue?

A partir da formação dos grupos iniciou-se o processo investigativo com o auxílio dos roteiros **A** e **B**.

ROTEIRO A

ANOTE, OBSERVE E SIGA TODAS AS INSTRUÇÕES DE CADA ETAPA DAS EXPERIÊNCIAS.

Verificação das impressões digitais (papiloscopia) nos pedaços de cartolina e nas caixas de medicamentos.

Coloquem as luvas.

✓ Verificação das impressões digitais na cartolina

Siga as instruções das etapas das experiências:

- 1º) Com o auxílio da pinça, adicione os pedaços de cartolina no recipiente contendo iodo e areia. Deixe por aproximadamente 1 a 2 minutos, até revelar as digitais.



Câmara de revelação papiloscópica com iodo e papéis A e B, com as impressões digitais.

2º) Com o auxílio da pinça, retire os pedaços de cartolina do recipiente e compare-os com as cinco digitais nomeadas.

Verifique se é possível apontar quais foram as pessoas a partir do catálogo de digitais.



Catálogo de digitais.

✓ **Verificação das impressões digitais das caixas de medicamentos.**

1º) Borrife duas vezes a solução de ninidrina numa distância de aproximadamente 10 cm do ponto central da caixa de medicamento.



Caixa com impressão digital e borrifador com ninidrina.

Observação: Para efetuar esse procedimento, o aluno ou a aluna deverá utilizar não só as luvas como os óculos de proteção. Além disso, todo o processo deve ser feito em local arejado e com boa circulação de ar.

2º) Em seguida, seque o local com o secador de cabelo durante aproximadamente 5 minutos, até a digital ser revelada.



Caixa com impressão digital e secador de cabelos.

3º) Compare os resultados com o catálogo de digitais.

ROTEIRO B

Verificação da presença de “sangue” no frasco.

Preparo das soluções:

Siga as seguintes instruções das etapas das experiências:

1º) Pese 20 g de **NaOH** em um recipiente, adicione a massa em uma garrafa de 500 mL, complete com água e agite.



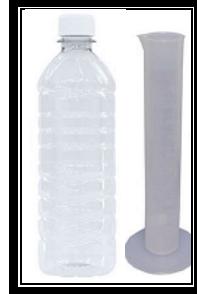
20g de NaOH + H₂O até 500 mL

2º) Adicione 5 mL de **H₂O₂** (10 volumes, 3% v/v) em um bêquer e complete com água até 50 mL.



5 mL de H₂O₂ + H₂O até 50mL

3º) Adicione 5 mL da solução de **NaOH**, preparada na 1º etapa da experiência, à garrafa etiquetada com o nome ***luminol***. Em seguida, complete com água.



0,4 g de luminol, 5mL solução de NaOH e H₂O

4º) Adicione aproximadamente 50 mL de solução de água oxigenada, preparada na **2º etapa**, a 50 mL de solução, preparada na **3º etapa**, em um recipiente (béquer ou copo de vidro).



50 mL da solução do 2º item + 50 mL da solução do 3º item.

5º) Divida a solução preparada na **4º etapa** em dois recipientes de vidro, bêqueres ou copos, numerados com os números 1 e 2.

6º) Coloque o recipiente preparado na **4º etapa** dentro da caixa de revelação. Adicione o guardanapo 1, com a cor vermelha do batom, com auxílio de um palito, no recipiente 1. Observe por 3 minutos. Em seguida, retire o guardanapo.



Câmara de revelação da reação de quimioluminescência, bêquer e guardanapo 1.

7º) Com o auxílio de um palito, adicione o guardanapo 2 com a cor vermelha de batom no recipiente 2. Observe por 3 minutos.



Câmara de revelação da reação de quimioluminescência, bêquer e guardanapo 2.

Observação: O guardanapo 2 foi impregnado com a substância contida no frasco com tonalidade vermelha.

Questões para serem discutidas em sala de aula

Discutam as questões em grupo:

1) Quais funcionários da empresa deixaram suas impressões sobre a cartolina branca?

2) Qual funcionário da empresa deixou suas impressões digitais no setor de embalagem?

3) Qual experimento foi mais fácil observar as digitais: na revelação da câmara de iodo ou borrifando a ninidrina?

4) O que contém nos dedos das mãos que faz com que revele, ou seja, reaja com o iodo ou com a ninidrina?

5) Qual a concentração em molaridade (mol/L) da solução de NaOH na 1º etapa do Roteiro B? Dados: Na=23u; O=16u; H=1u) $m = m_1 / M_1 \cdot V(L)$

6) Qual o guardanapo que continha o sangue?

7) Qual a cor observada na revelação de sangue no experimento com luminol, roteiro B?

8) Qual nome do fenômeno luminoso observado em presença de luminol?

9) Qual o estado de oxidação do metal (ferro) que tem no sangue artificial (ferricianeto de potássio) que faz com que o íon funcione como catalisador da reação com o luminol? Como o grupo chegou a essa conclusão?

5 Etapas para execução da aula experimental

Primeira etapa – Preparo do ambiente para execução da aula prática

- Preparar as mesas com os materiais que cada grupo irá usar, como mostra a figura 12, e também os lugares onde irão ficar o borrifador com ninidrina, a câmara de revelação com iodo, a câmara escura e os outros materiais para o preparo das soluções, citadas no roteiro da aula prática.

Figura 12 – Registro fotográfico dos materiais usados por grupo (exceto pinça e câmara reveladora).



Foto: A autora (2019).

Segunda etapa – Divisão dos grupos

- Dividir a turma em grupos de quatro alunos.

Terceira etapa – Introdução da aula

- Entregar para cada grupo o material impresso que contém o roteiro da aula experimental, o questionário com as perguntas e os textos sobre noções de química forense;
- Entregar as luvas para todos os alunos e os óculos de proteção para o aluno que participará da etapa de revelação com ninidrina;
- É importante que o professor, que atua como mediador da aula, faça uma introdução sobre a prática forense, a fim de motivar e incentivar os alunos a serem os protagonistas da aula, uma vez que farão o papel de peritos químicos.

Figuras 13 – Registro fotográfico da introdução da aula mediada pela professora e acompanhada pelos alunos.



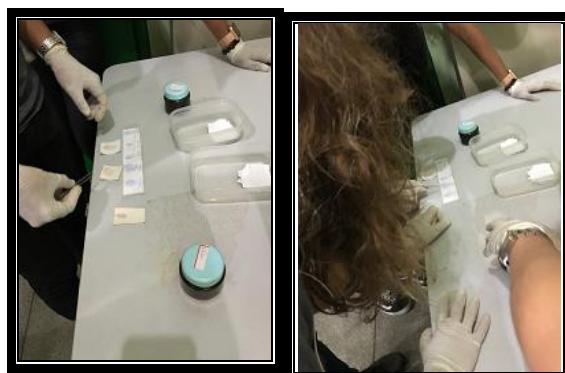
Fonte: A autora (2019).

Quarta etapa – Análise papiloscópica

Após a introdução da aula, os grupos devem iniciar a investigação proposta. Inicialmente, devem fazer a análise papiloscópica com o iodo para responder a primeira pergunta do **roteiro A**.

- 1) Quais pessoas estavam na sala e deixaram a impressão digital na cartolina branca sobre a bancada?

Figura 14 – Registro fotográfico da papiloscopia (revelação com iodo).



Fonte: A autora (2019).

Ao fazer a identificação dos dois suspeitos, os grupos passarão para a próxima etapa da investigação, que consiste em usar o borrifador com ninidrina.

Através dessa prática, o aluno estará apto a responder a pergunta 2 do roteiro A:

- 2)** Quem manuseou as caixas de medicamentos e também estava na etapa de embalagem de medicamento sem os cuidados necessários?

Observação: O local onde será feito esse experimento deve ser ventilado e o aluno que o executar deve estar devidamente protegido com óculos de proteção e luvas. Vale ressaltar que são necessárias somente duas aspergidas com o borrifador.

Figura 15 – Registro fotográfico da análise das impressões digitais (revelação com ninidrina).



Fonte: A autora (2019).

Quinta etapa – Preparo das soluções e verificação da presença de sangue na amostra

Nesta etapa, os grupos irão preparar as soluções seguindo a orientação do roteiro B, para, assim, responderem a pergunta 3:

- 3)** Os frascos com medicamento com tonalidade vermelha realmente eram sangue?

Figura 16 – Registro fotográfico do preparo das soluções pelos alunos.



Fonte: A autora (2019).

Figura 17 – Registro fotográfico das observações dos alunos da fluorescência da solução utilizando a câmara de revelação.



Fonte: A autora (2019).

Sexta etapa – Finalização da aula prática

Para responder o questionário proposto, presente no roteiro, os alunos devem se reunir em seus respectivos grupos.

6 Material de apoio para ser entregue para os alunos

6.1 Noções de química forense

Identificação de manchas de sangue

Para determinar se há sangue ou não em uma amostra, o perito químico a submete a uma análise chamada de teste de presunção.

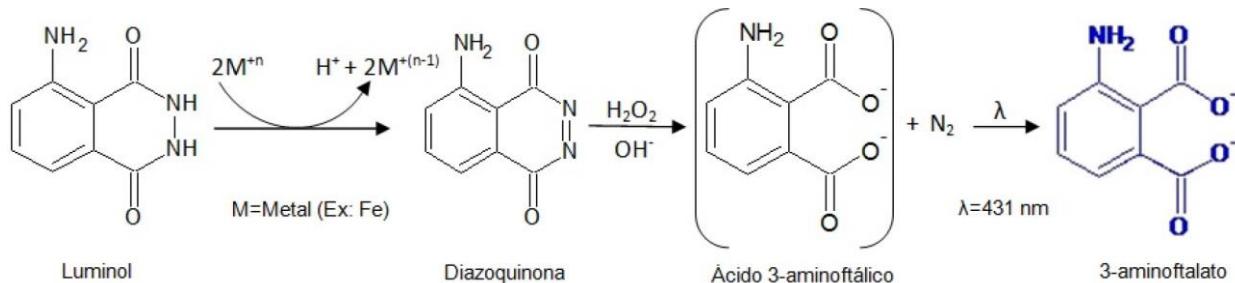
Na prática forense, o teste de presunção de sangue ocorre através da utilização de um agente oxidante, geralmente a água oxigenada ($H_2O_{2(aq)}$), e um indicador de cor (ou luminescente), que, na presença do íon do elemento ferro, que está presente nos grupos ‘heme’ da hemoglobina, funciona como um catalisador da reação.

Desse modo, os reagentes mais usados pelos peritos forenses são: reagente de *Kastle–Meyer*, reagente de benzidina e luminol (CHEMELLO, 2007).

Neste trabalho, utilizou-se o reagente, 5-amino-2,3-di-hidro-1,4-ftalazinadiona, mais conhecido como luminol, que, ao ser usado na análise de presença de sangue, provoca uma reação chamada de quimiluminescência. O fenômeno da quimiluminescência caracteriza-se pela emissão de luz através de uma reação química (CHEMELLO, 2007).

A reação quimiluminescente de oxidação do 5-amino-2,3-dihidroftalazina-1,4-diona (luminol) é catalisada pelo íon metálico de ferro presente no grupo "heme" da hemoglobina, e resulta um composto chamado 3-aminoftalato, conforme visualizado na figura 18.

Figura 18 – Mecanismo de oxidação do luminol.



Fonte: A ciência forense no ensino de química por meio de experimentação lúdica (2016).

Em uma sala escura, ao borrifar uma mistura de luminol e peróxido de hidrogênio diluído sobre uma superfície que contenha sangue, um brilho azul, que desaparece em alguns segundos, será observado. A substância responsável pelo brilho azul é a 3-aminoftalato, composto que emite a quimiluminescência em razão da dissipaçāo da energia acumulada, ocasionada em virtude da mudança de nível energético dos elétrons, proporcionando fluorescência (SOUZA & FERREIRA, 2018).

Análise papiloscópica

Segundo Faria (2010), a papiloscopia se subdivide em três áreas de identificação de impressões dérmicas, dependendo da região das mãos ou dos pés analisadas. Sendo assim, na região das mãos há a datiloscopia, que reconhece impressões deixadas pelas digitais, e a quiroscopia, que reconhece impressões deixadas pelas palmas das mãos. Enquanto a podoscopia trabalha com impressões deixadas pelas plantas dos pés. Dentre essas, a datiloscopia é a mais usada em métodos investigativos.

Portanto, os métodos papiloscópicos são muito empregados por peritos criminais para auxiliar no desvendamento de um crime. Desse modo, nessa aula prática, foram utilizadas duas técnicas papiloscópicas de identificação de digitais: uma delas é a técnica do vapor de iodo e a outra é usando ninidrina.

Impressões papilares latentes (IPL)

Ao entrar na cena de um crime, os peritos observam todo o aspecto do local e verificam a posição dos objetos, analisando se foram deslocados ou não de sua posição original. Assim, buscam vestígios papilares, os quais são chamados de Impressões Papilares Latentes, que podem ajudar a desvendar o crime (CHEMELLO, 2006).

As IPL resultantes de vestígios de suor são chamadas de ocultas. Ao cometer um delito, geralmente a transpiração da pessoa aumenta, deixando impresso no local do crime essas IPL ocultas, que podem ser identificadas por técnicas papiloscópicas (CHEMELLO, 2006).

O suor é composto basicamente de 99% de água e 1% de materiais sólidos. Veja a tabela 1 a seguir

Tabela 1: Compostos excretados no suor humano relacionados às glândulas sudoríparas e sebáceas.

Compostos excretados no suor humano relacionados as glândulas sudoríparas e sebáceas		
	Compostos Inorgânicos	Compostos Orgânicos
Glândulas Sudoríparas	Cloretos Íons metálicos Amônia Sulfatos Fosfatos Água	Aminoácidos Uréia Ácido lático Açúcares Creatinina Colina Ácido úrico
Glândulas Sebáceas		Ácidos graxos Glicerídeos Hidrocarbonetos Álcoois

Fonte: Chemello (2006).

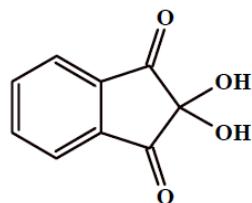
Técnica de vapor de iodo

Ao absorver calor, o iodo sublima e gera vapores de coloração castanha, que, ao entrarem em contato com o material que contém as impressões digitais latentes – aquelas deixadas no local do crime –, reagem por meio de uma absorção física. Essa reação forma um produto de coloração marrom amarelada que revela as impressões digitais (CHEMELLO, 2006).

Técnica da ninidrina

A ninidrina é um composto orgânico muito usado para detectar e analisar aminoácidos, que, ao reagirem com essa substância, formam um produto de cor púrpura. Pelo fato de os aminoácidos estarem presentes nas proteínas que fazem parte da composição do suor, a ninidrina é utilizada para revelar as impressões digitais (Química Nova Interativa).

Figura 19 – Representação da estrutura da molécula de ninidrina.



Um dos métodos de aplicação da solução líquida de ninidrina é através da aspersão do líquido usando um spray borrifador (FIGINI, 2003). Essa solução deve ser borrifada a uma distância aproximada de 15 cm sobre a superfície analisada (CHEMELLO, 2006).

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHEMELLO, Emiliano. **Ciência forense**: impressões digitais. Serra Gaúcha: Química virtual, 2006. Disponível em: http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2006dez_forense1.pdf. Acesso em: 24 jul. 2020.

CHEMELLO, Emiliano. **Ciência forense**: manchas de sangue. Serra Gaúcha: Química virtual, 2007. Disponível em: http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2007jan_forense2.pdf. Acesso em: 24 jul. 2020.

FARIAS, R.F. *Introdução à química forense*. 3. ed. Campinas: Átomo, 2010.

FERREIRA, Julieta Adriana; SOUZA, Beatriz Salgueiro. Funcionamento do Luminol e sua utilização para a identificação de um sangue latente. **Revista científica da FHO/UNIARARAS**, [s. l.], ano 2018, v. 6, ed. 1, 2007. Disponível em: <http://www.uniararas.br/revistacientifica/>. Acesso em: 24 jul. 2020.

FIGINI, Adriano Roberto da Luz, *et al.*; **Identificação Humana**. Tratado de Perícias criminalísticas. 2 ed., São Paulo: Millennium, 2003.