

JOGO DE INVESTIGAÇÃO – QUÍMICA FORENSE PARA ESTUDO DAS REAÇÕES QUÍMICAS

Instituto Federal de Goiás - IFG

Karolayne Alves Lopes (karolayneal46@gmail.com)

Fabiana Gomes (fabiana.gomes@ifg.edu.br)

O jogo é composto por cinco fases. As quatro primeiras fases são constituídas por documentos pertencentes ao desafio feito, tais como, o relatório do detetive do caso, relatório de análises periciais como a balística, vídeos, imagens, códigos e a última fase, desenvolvida em laboratório. Cada fase do jogo é bloqueada por senha, onde a partir dos estudos feitos dentro do jogo e dos documentos lidos disponíveis no *game* é possível descobrir as palavras-chaves e desbloquear as fases.

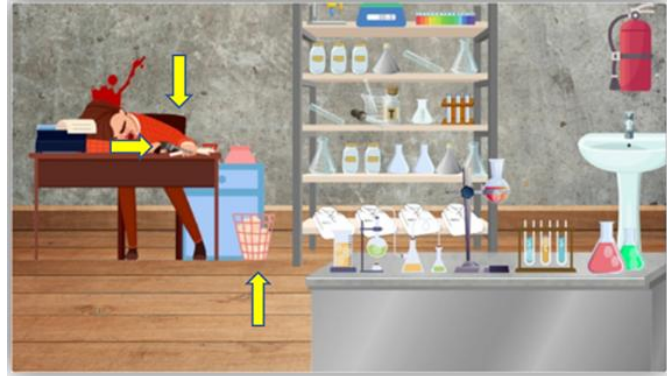
O jogador é um membro do grupo de investigação, uma espécie de estagiário que irá acompanhar os passos de um detetive que narra os eventos e os anota em relatórios. Esse detetive foi denominado Max Wills. O jogo foi disponibilizado para acesso em um *site do Google* que foi criado com o intuito de simular o canal de um departamento de investigações¹. No *site* está presente o *link* de acesso ao jogo, que é encontrado num anúncio para uma vaga de estágio como investigador do departamento fictício.

Antes de acessar a primeira fase, na pasta geral do jogo, há um documento do tipo bloco de notas, que contém todas as informações importantes para se jogar. Neste documento está presente, além das informações de direcionamento e da palavra-chave da primeira fase, dois *links* para *sites* que decodificam códigos que estão presentes nas diferentes fases dos jogos.

A **primeira fase** se constitui em dois documentos: a simulação gráfica da cena criminal (Figura 1) e o relatório de caso do detetive (Figura 2). Para acessá-la é preciso inserir a senha REAÇÕES QUÍMICAS.

¹ Link do site criado para acomodar o jogo:
https://sites.google.com/u/3/d/1bDnfzSRi4FjWix_GU1122FCuoJkJX3gc/preview

Figura 1. Cena do crime.



Fonte: Própria da autora.

Na imagem (Figura 1) é colocada a vítima de um possível crime, um cientista que está debruçado sobre uma mesa de escritório segurando uma arma de fogo com a mão direita. Atrás dele, há uma mancha grande de sangue no alto da parede indicando que o tiro ocorreu em sua cabeça, podendo insinuar que ele tenha cometido suicídio. O cenário representa um laboratório por conter estante com diversas vidrarias e reagentes, logo ao lado da mesa, e a frente, em primeiro plano da imagem, uma bancada com alguns experimentos montados com aparatos próprios da química.

No arquivo da imagem estão presentes três *links* que irão direcionar o jogador a três documentos diferentes (setas amarelas): um documento com um código binário, que decodificado traz questões reflexivas sobre a investigação²; um documento contendo uma imagem da suposta arma do crime³ e, por fim, um documento com uma imagem de contas atrasadas⁴.

² https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1vQ_EIHjX980hHUy_ebOOcOYTqOuFOCAWio4U1f8WCTISMaRYaoM5fF3Y3ILJmNbDLrCzCH10-tR4z/pub

³ <https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1vR7KFX0N7lraqEZwuNcr-AktkW3YVT8hRcTAU0IH2akgu6ZbW9rVy1-buHlhDjXpvr83MULpv0yTBwd/pub>

⁴ https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1vRU-ZuMpaZOv50npFigx-7vuL-AMKFuqZEqnaadVLdMq2tJp-eUr9ikloVd7D71gZGE9rmWg_tTiIga/pub

Figura 2. Relatório do detetive – Fase 1 do Jogo.

RELATÓRIO
Detetive Max Wills

HISTÓRICO:
No dia 28 de março de 2023 fui convocada para mais um caso de investigação criminal. As primeiras informações que recebi diziam que a vítima era um químico do Laboratório Descobertas e Pesquisa da Instituição Moldando o Mundo. Aparentemente a vítima tinha por volta dos 37 aos 40 anos, altura de 1,80, peso de aproximadamente 85 kg e branco. As primeiras impressões, segundo relatos dos policiais que receberam a denúncia e verificaram o local, é que este seja um caso de suicídio, mas isso quem vai nos dizer é a ciência e a química forense.

MEMBROS DO GRUPO:
Meus superiores me informaram que pra esse caso terei que treinar um estagiário e com isso vou deixar tudo que for necessário para que qualquer pessoa consiga me acompanhar e quem sabe resolver o mistério.

Leia todo o relatório!!!!

PRIMEIRO PASSO
A primeira coisa a se fazer é visitar o local do crime e averiguar cada detalhe. Com isso devemos entender como a cena do crime e a vítima "fala" com os detetives e conta toda a história.

HIPÓTESE:
O corpo foi encontrado sentado em uma cadeira de escritório, próximo a uma mesa de estudo. A vítima estava com um tiro na cabeça, mais especificamente abaixo do queixo. Em suas mãos há uma arma, onde esta, possa ser a possível arma do crime. Primeiras conclusões: Suicídio.

A cena do crime
Como já foi dito, a primeira parte é visitar a cena do crime. A cena desta investigação é um laboratório de química, então o cuidado deve ser dobrado, temos que verificar todos os itens presentes, desde béqueres, soluções feitas, materiais, reagentes, listas, tudo isso a fim de encontrar vestígios que irão nos revelar o desfecho do caso.

A QUÍMICA FORENSE
A ciência forense é uma área interdisciplinar que envolve física, biologia, química, matemática, dentre outras ciências, com o objetivo de dar suporte às investigações relativas à justiça civil e criminal. Segundo Saferstein (2001), a ciência forense em sua definição mais ampla é a aplicação da ciência à lei, sendo sua meta principal prover apoio científico para as investigações de danos, mortes e crimes inexplicados. Ela contribui na elucidação de como ocorreu determinado delito, ajudando a identificar os seus intervenientes por meio do estudo da prova material recolhida no âmbito da investigação criminal. (SILVA, ROSA 2013)

MÉTODOS DE INVESTIGAÇÃO CRIMINAL
A ciência forense pode ser aplicada em várias situações como, por exemplo, constatação de substâncias entorpecentes, como maconha e cocaína, adulteração de veículos, falsificação de quadros, fraudes virtuais e crimes contra a vida.

Agora que entendemos um pouco sobre química forense, vamos a nossa cena do crime.

ATENÇÃO!
Alguns documentos vão estar criptografados para a segurança do caso.

Referências Bibliográficas
SILVA, Priscila Sabino da; ROSA, Maurício Ferreira da; Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de Química. R. Bras. de Ensino de C&T, 2013.
SAFERSTEIN, Richard. Criminalistics: An Introduction to Forensic Science. 7. ed. UpperSaddleRiver, New Jersey, EEUU, 2001.

MAX WILLS
DETECTIVE FORENSE

Fonte: própria da autora.

Os relatórios do detetive constituem a base de todo o jogo. Na primeira fase o relatório do detetive traz o início da história fictícia criada para o jogo (Histórico), a apresentação das principais hipóteses do detetive sobre o caso (Hipótese) e a apresentação conceitual do que é a química forense e seus principais métodos investigativos (Figura 2). Para passar para a segunda fase o jogador precisa inserir a senha SUICIDIO na caixa de acesso.

Na **segunda fase** o relatório do detetive traz o desenrolar da história e, com isso, a inserção do conteúdo de reações químicas. Aqui é conceituado o que é uma reação química, os principais componentes de uma reação, questões introdutórias sobre balanceamento químico e as reações ácidas e básicas, como método para a investigação (Figura 3).

Figura 3. Print do relatório 2 do detetive.

RELATÓRIO

Detetive Max Willis

Antes de entrarmos nos processos de investigação, devemos nos lembrar que um dos conteúdos base da química forense é reações químicas, a maioria dos métodos de investigação usa esse conteúdo para analisar as provas encontradas na cena criminal.

Nas reações, há dois tipos de substâncias principais:

- os reagentes, que são os componentes originais que se misturam e reagem entre si;
- os produtos, os que resultam da reação, depois das transformações.

A massa total de uma reação química é constante. Os átomos não são criados nem destruídos em uma reação química, multiplicam-se as fórmulas por fatores para mostrar o mesmo número de átomos de cada elemento em cada lado da reação. Esta operação matemática é conhecida como **BALANCEAMENTO**.

$\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$

EQUAÇÃO NÃO BALANCEADA

$2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$

EQUAÇÃO BALANCEADA

Para que uma reação química aconteça, os reagentes precisam ter afinidade química. Por isso, nem toda mistura de substâncias resulta em reação.

A transformação acontece aos poucos, pois é um processo em que os reagentes têm as suas ligações enfraquecidas e são formadas novas ligações. Esse estado intermediário dos componentes é chamado de complexo ativado.

Como podemos observar, a cena do crime está lotada de possibilidades. Tudo aponta para um suicídio, mas como bons investigadores, devemos olhar cada pedacinho da cena, a começar pela possível arma do crime. Iremos começar pelo processo balístico.

Uma reação química, também chamada de fenômeno químico, é o processo que envolve a mudança ou transformação da matéria, alterando sua constituição em nível molecular. Ou seja, não é apenas uma mudança de estado — de sólido para líquido, de líquido para vapor — mas um rearranjo dos átomos.

Reações químicas são uma das bases da investigação forense.

$A + B \rightleftharpoons C + D$
 REAGENTES \rightleftharpoons PRODUTOS

São inúmeros os procedimentos e as técnicas que podem ser utilizadas na interligação entre a arma e o crime, algumas mais simples e outras de ordem mais complexas.

Como já temos uma arma presente na cena criminal, é recomendado que se faça o exame do sarro para saber se a pólvora presente na vítima é a mesma usada na investigação da arma encontrada.

A pólvora pode apresentar-se queimada ou não e pode ser encontrada na cápsula, na arma ou no corpo ou vestes da vítima. O seu exame se faz através do exame do sarro, que permite verificar se o disparo foi feito com pólvora negra ou com pólvora piroxilada. Primeiramente, observa-se o aspecto da pólvora, macroscópica e microscopicamente. A pólvora negra deixa no interior do cano abundante resíduo preto, que passa em poucos dias a uma cor cinzenta esbranquiçada, para depois tomar o aspecto avermelhado da ferrugem. A pólvora piroxilada deixa pouco resíduo, de cor cinza escura, que não se altera e não ser muito depois com a ferrugem. Em seguida, se realiza o exame químico do sarro, no qual a parte interna do cano ou outro objeto qualquer é lavado com água quente, sendo essa água de lavagem submetida à análise. O líquido é filtrado e sua reação é verificada com a fenolftaleína: a pólvora negra dá reação fortemente alcalina; a pólvora sem fumaça dá reação neutra. A análise mostrará, no caso da pólvora negra, a presença de sulfetos, sulfatos, tiossulfatos, carbonatos, tiocianatos, e também de carvão e enxofre. Com relação à pólvora piroxilada, encontrarão nitritos e nitratos.

As reações químicas se dividem em dois tipos: reações inorgânicas (tendo como principais funções ácidos, bases, sais e óxidos) e orgânicas (estudo das funções com cadeias carbônicas).


No exame de sarro observamos que o método utilizado para a identificação de pólvora é através de comparação de solução neutra para a pólvora sem fumaça e solução alcalina, ou seja, básica, para a pólvora negra.

O perito deverá examinar os resíduos da pólvora existentes na arma ou local do crime, já que todas as vezes que se atrira há um depósito resultante da combustão da pólvora que varia se esta for negra (presença de sulfetos e sulfatos) ou piroxilada (presença de nitritos e nitratos). Deve-se salientar que a umidade e a temperatura do local em que foi encontrada a arma influem nas modificações por que passa o depósito de pólvora.


Fonte: própria da autora.

A partir desta leitura é direcionado ao documento de balística, trazendo informações sobre a arma encontrada na cena criminal, fazendo esta ligação entre as reações químicas e a química forense (Figura 4).

Figura 4. Relatório de balística.

RELATÓRIO		
ATIVIDADE: Balística criminal	NOME: Max Wills	DATA: 16 de outubro de 2022
RESUMO O presente documento trata das principais informações sobre a balística feita na arma encontrada na cena do crime.	MODELO DA ARMA A arma é uma Smith & Wesson modelo 29, .44 Remington Magnum. "A pistola encontrada é de alta potência e possui o cartucho de revólver mais eficiente que há. Ela é capaz de matar até mesmo um búfalo africano."	
IMAGEM NA ÍNTEGRA		
		
COMPOSIÇÃO DA MUNIÇÃO		
Balas compostas por pólvora negra. Composição química da pólvora negra: 75% de Salitre (NaNO ₃), ou por nitrato de potássio KNO ₃ , 15% de carvão e 10% de enxofre. Reação de combustão da pólvora negra:		
$2 \text{KNO}_3(s) + 3 \text{C}(s) + \text{S}(s) \rightarrow \text{K}_2\text{S}(s) + 3 \text{CO}_2(g) + \text{N}_2(g)$		

CONCLUSÕES	Exame de sarro para a comprovação do uso da arma citada no crime.
Para a comprovação de que se usou a arma encontrada para o ocorrido crime foi feito o exame do sarro. Foi coletado do corpo da vítima, no local do impacto da bala, resíduos deixados pela bala. Foi feita a lavagem do cano da arma encontrada no mesmo local. Os mesmos foram levados ao laboratório e analisados. As duas soluções, a primeira da lavagem do cano da arma encontrada no local, e a segunda dos resíduos encontrados na vítima, foram comparadas através do pH das soluções. A análise se encontra no arquivo MP4 anexado à pasta de investigação.	



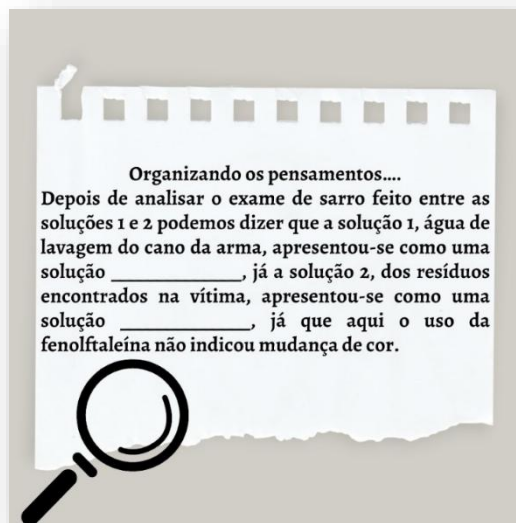
Fonte: própria da autora.

Em seguida, o próximo documento se constitui de um vídeo sobre experimentação prática que exemplifica o método de investigação balística exame do sarro⁵. Na sequência, o próximo documento possui um formulário referente ao vídeo, a fim de coletar dados sobre o processo dos alunos, e um *link* que leva o jogador a um pequeno texto reflexivo que cria um vínculo entre o conteúdo apresentado no relatório do detetive e o vídeo⁶ (Figura 5). Por fim, como último documento, a segunda fase apresenta um arquivo protegido por senha, a ser descoberta a partir dos documentos anteriores. Este documento traz um código criptografado que informa sobre uma pista importante da investigação.

⁵ https://drive.google.com/file/d/1LeMWlyz_V2LQqsvarQuv-cPo_bgI_baJ/view?ts=638d428d

⁶ https://docs.google.com/document/d/1lcg6wfsRTHr_ChOIMm2VoXdMEuf_JcgTPJU8v5IQK7g/edit

Figura 5. Arquivo para organizar as ideias principais da fase 2.




Fonte: própria da autora.

Para passar para a **fase 3** é preciso da senha ASSASSINATO. Nesta fase há 04 arquivos: bloco de anotações do detetive (Figura 6a), conversas no WhatsApp (Figura 6b), relatório do detetive (Figura 7) e vídeo mostrando o uso do luminol em manchas de sangue⁷.

Figura 6. Bloco de anotações do detetive (a) e conversa no WhatsApp (b).

⁷ Link do vídeo sobre o luminol.

<https://drive.google.com/file/d/138SI2d5pbQRxJM1pRvFhKpI1DwwXc3us/view?usp=sharing>



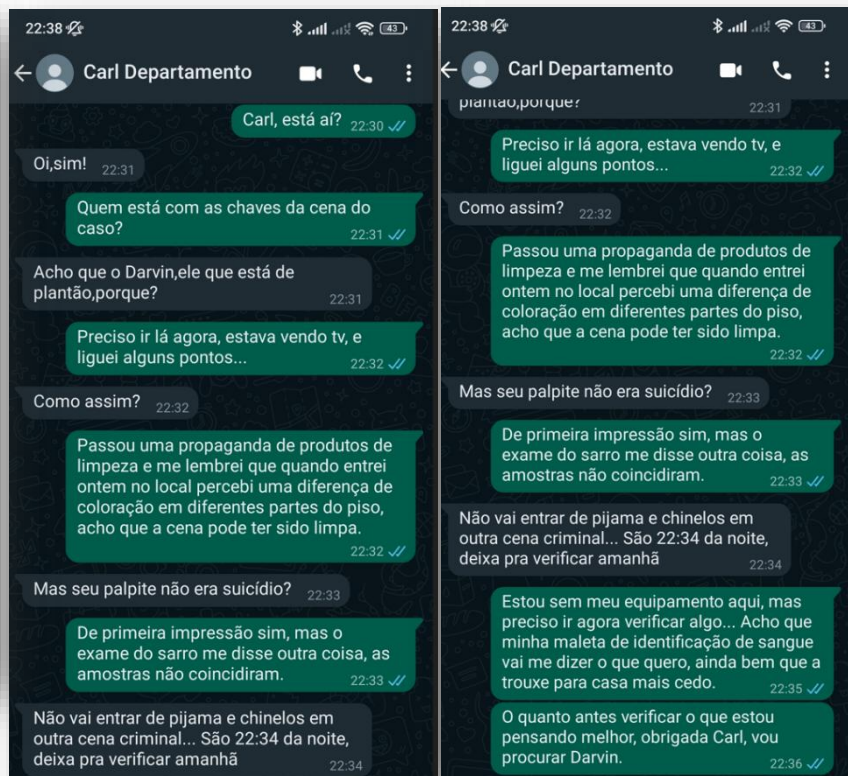
DETETIVE MAX WILLS
Cientista Forense

DEPARTAMENTO DE INVESTIGAÇÕES CIMINAIS

*Algo não faz sentido... O que deixei passar?
Não há sinais de luta... Era alguém de confiança da vítima...
Não há arrombamentos... O assassino tinha acesso ao laboratório...
O tiro foi preciso... sem tremulações durante o disparo... Alguém com sorte...
Não, alguém experiente...
Porque não há rastros de sangue pelo o local?
Não faz sentido...*

Email: maxwillsttvforense@gmail.com

(a)



22:38 Carl Departamento

Carl, está aí? 22:30 ✓

Oi,sim! 22:31

Quem está com as chaves da cena do caso? 22:31 ✓

Acho que o Darwin,ele que está de plantão,porque? 22:31

Preciso ir lá agora, estava vendo tv, e liguei alguns pontos... 22:32 ✓

Como assim? 22:32

Passou uma propaganda de produtos de limpeza e me lembrei que quando entrei ontem no local percebi uma diferença de coloração em diferentes partes do piso, acho que a cena pode ter sido limpa. 22:32 ✓

Mas seu palpite não era suicídio? 22:33

De primeira impressão sim, mas o exame do sarro me disse outra coisa, as amostras não coincidiram. 22:33 ✓

Não vai entrar de pijama e chinelos em outra cena criminal... São 22:34 da noite, deixa pra verificar amanhã 22:34

22:38 Carl Departamento

plantão,porque? 22:31

Preciso ir lá agora, estava vendo tv, e liguei alguns pontos... 22:32 ✓

Como assim? 22:32

Passou uma propaganda de produtos de limpeza e me lembrei que quando entrei ontem no local percebi uma diferença de coloração em diferentes partes do piso, acho que a cena pode ter sido limpa. 22:32 ✓

Mas seu palpite não era suicídio? 22:33

De primeira impressão sim, mas o exame do sarro me disse outra coisa, as amostras não coincidiram. 22:33 ✓

Não vai entrar de pijama e chinelos em outra cena criminal... São 22:34 da noite, deixa pra verificar amanhã 22:34

Estou sem meu equipamento aqui, mas preciso ir agora verificar algo... Acho que minha maleta de identificação de sangue vai me dizer o que quero, ainda bem que a trouxe para casa mais cedo. 22:35 ✓

O quanto antes verificar o que estou pensando melhor, obrigada Carl, vou procurar Darwin. 22:36 ✓

(b)

Fonte: própria da autora.

Nesta fase há uma conversa fictícia de bate-papo para explicar que a investigação está mudando de cenário. Na conversa são justificadas as hipóteses do detetive e suas teorias sobre o caso, o levando a investigar por outros métodos da química forense.

Figura 7. Relatório do detetive da Fase 3.

RELATÓRIO
Detetive Max Wills

Às 23:47 pm do segundo dia de investigação foi feita uma análise em todo o ambiente isolado. A inspeção foi feita fora do horário comercial, sendo este o motivo da verificação ser simples e sem alguns equipamentos padrão. A análise feita teve como objetivo identificar se a cena criminal havia sido limpa, ou seja, se havia presença de sangue encoberto.

A averiguação foi feita usando uma substância denominada luminol. Esse mecanismo é complexo e baseia-se na emissão de luz através do processo de quimioluminescência, onde ocorre uma reação de oxirredução na presença do ferro da hemoglobina e de peróxido de hidrogênio.

Entenda de modo científico:

Algumas proteínas possuem uma porção não peptídica, denominada de grupo prostético, a qual está envolvida em funções biológicas das mesmas, como é caso da hemoglobina, que corresponde a um complexo hexacoordenado responsável pela condução de oxigênio aos tecidos do organismo. É composta por uma porção protéica, chamada globina, e quatro cadeias polipeptídicas ligadas a um grupamento prostético heme, contendo o átomo de ferro ligado ao sistema pirrólico, chamado de porfirina.

O ferro apresenta estado de oxidação $^{+2}$ (ferrohemoglobina, coloração vermelha), que sofre oxidação após estar exposto a uma série de processos degradativos, passando por hemólises e reações de oxirredução, catalisadas em um primeiro momento por enzimas de sua própria estrutura celular e, também, por aquelas presentes em microrganismos que se encontram no ambiente, passando para o estado de oxidação $^{+3}$ (ferrihemoglobina, coloração marrom), ocorrendo a mudança de heme para hemina ou hematina. Em 1985, Thornton e Maloney propuseram um mecanismo de reação do Luminol, no qual a hemina atua como catalisador, promovendo a oxidação do Luminol pelo peróxido de hidrogênio em solução alcalina. Nesse processo, os grupamentos heme contendo Fe^{2+} perdem mais um elétron e vão para um novo estado de oxidação, formando intermediários instáveis contendo Fe^{4+} , que então catalisam sua oxidação, produzindo assim a quimioluminescência, enquanto são reduzidos novamente a Fe^{2+} .

Foi então, encontrado além das manchas de sangue, pegadas. Essas pegadas têm um tamanho pirrólico de calçados nacionais 44. Isso indica que muito provavelmente a pessoa que procuramos seja do gênero masculino, já que na maioria dos casos, numerações de sapatos acima de 40 são usados por homens.

Como já foi dito, a reação química entre o luminol e a hemoglobina do sangue se trata de uma reação de oxirredução. Este termo se refere a classificação da reação ocorrida. Na química existe além das reações de oxirredução outras classificações, como, as reações de neutralização, precipitação e complexação.

Fonte: própria da autora.

Para a fase 4, a senha usada é OXIRREDUÇÃO. Nela consta apenas o relatório do detetive (Figura 8) usado para descrever o conteúdo de tipo de reações químicas e associá-lo à cena do crime, em específico aos processos químicos encontrados na bancada do laboratório (Figura 1).

Figura 8. Relatório do detetive presente na fase 4.

RELATÓRIO
Detetive Max Willis

Nas últimas horas de investigação foi feito um levantamento de vestígios e observações:
O (a) suspeito (a) era alguém que estava e trabalhava no laboratório;
Ele/Ela tinha convívio com a vítima, devido a mesma não demonstrar nenhum sinal de luta ou movimentação, ou seja, ela estava se sentindo segura no momento da morte;
As manchas de sangue indicam que o (a) culpado (a) estava na bancada trabalhando, enquanto a vítima documentava uma pesquisa de autoria própria.

O próximo passo leva a bancada do laboratório, onde há algumas vidrarias com algumas soluções preparadas. É necessário identificar cada tipo de solução e classificá-las.

Na química há algumas classificações importantes das soluções que devemos considerar para identificar cada reação ocorrida.

Primeiramente é necessário fazer uma revisão sobre os tipos e classificações existentes das reações químicas:

Reações de precipitação: quando duas soluções são misturadas e um sólido é formado, o sólido é chamado de um precipitado.
Exemplo: $\text{NaCl}_{(aq)} + \text{AgNO}_{3(aq)} \rightarrow \text{AgCl}_{(s)} + \text{NaNO}_{3(aq)}$

Reações de neutralização: a neutralização ocorre quando uma solução de um ácido e a de uma base são misturadas.
Exemplo: $\text{HCl}_{(aq)} + \text{NaOH}_{(aq)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{NaCl}_{(aq)}$
Observe que forma-se um sal (NaCl) e água;

Reações de oxidação-redução: são aquelas em que há transferência de elétrons entre as espécies químicas envolvidas.
Exemplo: $\text{Cu}_{(s)} + 2 \text{AgNO}_{3(aq)} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(aq) + 2 \text{Ag}_{(s)}$

Reações de dupla troca (Metáteses): considerando a reação anterior, verifica-se que os cátions e ânions trocam de posição; As reações de metátese envolvem a troca de íons em solução.
Exemplo: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(aq) + \text{NaI}_{(aq)} \rightarrow \text{PbI}_{2(s)} + 2 \text{NaNO}_{3(aq)}$

Reações de síntese ou adição: reações entre duas substâncias reagentes que resultam em uma mais complexa.
Exemplo: $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$

Reações de análise ou de decomposição: reações em que uma substância reagente se divide em duas ou mais substâncias simples. Essa decomposição pode ocorrer de três maneiras: pirólise (decomposição pelo calor), fotólise (decomposição pela luz), eletrólise (decomposição pela eletricidade).
Exemplo: $2 \text{HgO} \rightarrow 2 \text{Hg} + \text{O}_2$

Reações de deslocamento: também chamadas de substituição ou de simples troca, são reações entre uma substância simples e outra composta, levando à transformação da substância composta em simples.
Exemplo: $\text{Fe} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2 + \text{FeCl}_2$

Depois dessa breve revisão é possível analisar as vidrarias e soluções encontradas na bancada da cena criminal. Foram listadas as seguintes soluções químicas.

Classifique-as:
 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{Ag}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)} \rightarrow \text{AgCl}_{(s)}$
 $2 \text{NaN}_3 \rightarrow 3 \text{N}_2 + 2 \text{Na}$
 $2 \text{NaOH}_{(aq)} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(aq) + \text{Cu}(\text{OH})_2(s)$
 $\text{Zn}_{(s)} + 2 \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{ZnCl}_2(aq) + \text{H}_2(g)$

H wyptlyh slayh è h xbl ptwyvah

Fonte: própria da autora.

O código que aparece ao final das últimas reações indica o desafio para a próxima fase, no laboratório do Instituto. Esse código pede que se classifiquem as reações a partir do conteúdo apresentado no relatório, ou seja, Neutralização – Síntese – Decomposição – Precipitação – Deslocamento (NSDPD). Ao encontrar a senha, o aluno recebe um envelope contendo as fichas dos suspeitos (Figura 9) com informações sobre: profissão, altura, impressão digital, tempo de atuação no cargo, nacionalidade, número de identificação pessoal, peso, estado civil e histórico profissional. As imagens e nomes utilizados nas fichas foram criados por *sites* de inteligência artificial⁸.

⁸ Foram usados os sites: <https://generated.photos/faces> e <https://pt.fakenamegenerator.com/>

Figura 9. Fichas do suspeito “Joel” e da vítima “Leonardo”.

Central Intelligence Agency FICHA DE IDENTIFICAÇÃO CIDADÃ FICHA DE FUNCIONÁRIO	
NOME JOEL SOUSA VIEIRA	
IDADE 59 ANOS	
DATA DE NASCIMENTO 31/01/1964	
SEXO MASCULINO	
NACIONALIDADE BRASILEIRA	
ATUAÇÃO SEVIÇOS GERAIS	
ALTURA 1,78 cm	
PESO 79 kg	
DESTRO NÃO	NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 687.002.45
ESTADO CIVIL VIÚVO	HISTÓRICO PROFISSIONAL TRABALHADOR AGRÍCOLA CASEIRO DE FAZENDA SERVIÇOS GERAIS
TEMPO DE ATUAÇÃO NO CARGO 27 ANOS	

Central Intelligence Agency FICHA DE IDENTIFICAÇÃO CIDADÃ FICHA DE FUNCIONÁRIO	
NOME LEONARDO DOS SANTOS	
IDADE 39 ANOS	
DATA DE NASCIMENTO 16/01/1982	
SEXO MASCULINO	
NACIONALIDADE BRASILEIRA	
ATUAÇÃO PESQUISADOR, PÓS GRADUADO EM QUÍMICA	
ALTURA 1,80 cm	
PESO 82 kg	
DESTRO SIM	NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 129.447.07
ESTADO CIVIL CASADO	HISTÓRICO PROFISSIONAL TÉCNICO EM QUÍMICA GRADUADO EM QUÍMICA PESQUISADOR NÍVEL 1
TEMPO DE ATUAÇÃO NO CARGO 7 ANOS	

Fonte: própria da autora

A fase 5 ocorre no laboratório de química onde os alunos, munidos de suas anotações e das fichas dos suspeitos, têm como objetivo identificar o assassino da narrativa. Para tal é disposto sob a bancada vidrarias como Becker e Erlenmeyer e papéis com a impressão digital dos suspeitos. Os alunos devem revelar as digitais e retirá-las da vidraria para compará-las com as impressões presentes nas fichas, seja por uso de grafite em pó ou por sublimação de iodo. Pelo fato de o iodo passar do estado sólido para o gasoso a temperatura ambiente, suas moléculas se depositam na gordura deixada pelo dedo ao tocar o objeto (SANTOS *et al*, 2020).