



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS**  
**FACULDADE DE QUÍMICA**

**MANOEL HENRIQUE DE SOUZA MENDES**

**A QUÍMICA FORENSE COMO ELEMENTO DE CONTEXTUALIZAÇÃO NO**  
**ENSINO MÉDIO: PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Belém  
2021

MANOEL HENRIQUE DE SOUZA MENDES

**A QUÍMICA FORENSE COMO ELEMENTO DE CONTEXTUALIZAÇÃO NO  
ENSINO MÉDIO: PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do título de Licenciatura em Química, Faculdade de Química, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará.

Orientador: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> José Pio Iúdice de Souza

Belém

2021

MANOEL HENRIQUE DE SOUZA MENDES

**A QUÍMICA FORENSE COMO ELEMENTO DE CONTEXTUALIZAÇÃO NO  
ENSINO MÉDIO: PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do título de Licenciado em Química, Faculdade de Química, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará.

Data da Apresentação: **de 2021**

Conceito: \_\_\_\_\_

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. José Pio Iudice de Souza  
FQ – ICEN – Orientador

---

Prof. Dr. Jorge Ricardo Coutinho Machado  
FAED- ICED – Membro

---

Prof. Mcs Igor de Sousa Miranda  
FQ – IFPA – Membro

Aos meus pais e irmã que sempre me incentivaram durante esta trajetória no curso.

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da minha vida e os dons concedidos.

À Virgem Maria, minha mãe e mãe de Deus, por sua fiel intercessão.

À minha família, meus pais e irmã pelo incentivo e intercessão diária.

À Sara por toda ajuda, pelas orações e palavras de incentivo.

À minha madrinha, Irla Kelly Fernandes Souza, por toda ajuda e apoio que me ofereceu.

À Adrielly e ao Igor por todo apoio durante esse período de graduação.

À Universidade Federal do Pará pela oportunidade de realizar um curso superior e por toda assistência e apoio que recebi durante esses anos de graduação.

Ao Professor José Pio Iúdice de Souza pela orientação competente e dedicação na elaboração deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora pela revisão do texto e sugestões valiosas.

Aos colegas de curso pela ajuda e amizade durante o curso de graduação. Especialmente a Camila Martins; Luciane Neves e Ângelo Reis.

Ao Instituto de Ciências Exatas e Naturais, e à Faculdade de Química pela oferta do curso e condições para finalizá-lo.

“Buscai, em primeiro lugar, o Reino de Deus e a sua justiça, e todas essas coisas vos serão acrescentadas.”

Mateus 6, 33.

## **A QUÍMICA FORENSE COMO ELEMENTO DE CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO MÉDIO: PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

**RESUMO:** O Ensino de Química no nível médio caracteriza-se, frequentemente, como um processo de aprendizagem pautado pela memorização e falta de significado. Os professores demonstram dificuldades em relacionar a química com eventos da vida cotidiana e priorizam a metodologia tradicional. O objetivo deste trabalho foi elaborar uma proposta de Sequência Didática (SD) que utilize métodos da química forense em uma abordagem de experimentação investigativa. Pretende-se fazer a contextualização dos conhecimentos químicos utilizando a Química Forense, que utiliza os conhecimentos químicos para auxiliar na resolução de crimes. Na SD, propõe-se o uso de recursos didáticos como vídeos e experimentação para fazer a conexão entre tópicos da química forense e alguns conteúdos de química abordados no ensino médio. A SD foi dividida em 4 momentos, nos quais estão detalhadas as atividades que os alunos deverão realizar sob a orientação do professor. Destaca-se o momento 3, no qual os alunos deverão participar de uma simulação de cena de crime e realizar experimentos como identificação de impressão digital, detecção de sangue, extração de DNA e cromatografia de papel. Espera-se que a contextualização possa tornar os conceitos químicos menos abstratos, fazendo com que os alunos relacionem os conhecimentos abordados em sala de aula com a vida em sociedade e, dessa forma, tenham uma maior motivação para a aprendizagem de química.

**PALAVRAS-CHAVE:** sequência didática, experimentação investigativa, ensino de química e contextualização.

## **FORENSIC CHEMISTRY AS A CONTEXTUALIZATION ELEMENT IN HIGH SCHOOL: PROPOSAL FOR A TEACHING SEQUENCE**

**ABSTRACT:** Chemistry teaching at secondary level is often characterized as a learning process based on memorization and lack of meaning. Teachers demonstrate difficulties in relating chemistry to events in everyday life and prioritize traditional methodology. The objective of this work was to develop a Didactic Sequence (SD) that uses forensic chemistry methods in an investigative experimentation approach. It is intended to contextualize chemical knowledge using Forensic Chemistry, which uses chemical knowledge to assist in solving crimes. In SD, it is proposed to use didactic resources such as videos and experimentation to make the connection between forensic chemistry topics and some chemistry content covered in high school. The SD was divided into 4 moments, in which the activities that the students must perform under the guidance of the teacher are detailed. Moment 3 stands out, in which students must participate in a crime scene simulation and carry out experiments such as fingerprint identification, blood detection, DNA extraction and paper chromatography. It is hoped that contextualization can make chemical concepts less abstract, making students relate the knowledge approached in the classroom to life in society and, thus, have a greater motivation for learning chemistry.

**KEYWORDS:** didactic sequence, investigative experimentation, chemistry teaching and contextualization.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1 Objetivos Gerais</b> .....	12
<b>2.2 Objetivos Específicos</b> .....	12
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1 Sequência Didática</b> .....	13
<b>3.2 A experimentação investigativa do Ensino de Química no nível Médio</b> .....	13
<b>3.3 Química Forense</b> .....	17
<b>3.4 CTS</b> .....	24
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>28</b>
<b>4.1 Coleta de Dados</b> .....	28
4.1.1 Base de Dados.....	28
4.1.2 Critérios para Selecionar as Referências .....	28
<b>4.2 Análise de Dados</b> .....	30
<b>4.3. Descrição dos Experimentos Inseridos na Sequência Didática</b> .....	30
4.3.1 Teste do vapor de Iodo .....	30
4.3.2 Identificação Do Sangue: Reagente Kastle-Meyer.....	31
4.3.3 Extração de DNA .....	32
4.3.4 Cromatografia em Papel .....	34
<b>5. SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROPOSTA</b> .....	<b>35</b>
<b>5.1 Visão Geral Sobre Sequência Didática</b> .....	35
<b>5.2 Descrição das atividades</b> .....	35
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>46</b>
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de química se apresenta como uma grande dificuldade para muitos professores na educação básica devido à dificuldade de interpretação fenomenológica de fenômenos microscópicos, dificuldades de contextualização, além das dificuldades relacionadas à infraestrutura das escolas, principalmente no setor público. É percebida também, por muitos discentes, como uma disciplina com um alto grau de dificuldade, como algo complexo e afastado da realidade em que eles estão inseridos, nesse sentido, muitos deles acabam criando aversão à disciplina.

É muito importante colocar a disciplina química em um campo de contextualização, relacionada ao cotidiano, a conhecimentos prévios e a vivência do aluno em sociedade, com o intuito de quebrar algumas barreiras existentes entre eles e a disciplina. Essa contextualização em sala de aula admite que o conhecimento envolve uma afinidade entre sujeito e objeto de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM).

Nesse processo de aprendizagem é importante que os alunos compreendam o conteúdo ministrado em sala de aula e consigam correlacionar os mesmos ao seu cotidiano. Os discentes, nesse contexto, saem da zona de coadjuvantes e se tornam protagonistas que se apropriam do conhecimento como forma imprescindível de desenvolvimento, isso possibilita que eles criem e inovem e não se tornem repetidores de informações. Segundo Piaget (1978), a principal meta da educação é criar homens que sejam capazes de fazer coisas novas, não simplesmente de repetir o que as outras gerações já fizeram. Homens que sejam criadores, inventores, descobridores. A segunda meta da educação é formar mentes que estejam em condições de criticar, verificar e não aceitar tudo o que a elas se sobrepõem (PIAGET, 1978).

Segundo Dewey (1952), a falha está na falta de ligação entre a contextualização e a vivência do discente, algo que se faça presente no cotidiano dele, que proporcione o impulso e o estímulo necessário para construir conhecimentos. As Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (BRASIL, 2010) e as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2011) corroboram com essa tese, indicando que questões contextuais devem integrar o eixo principal das discussões em relação ao processo de preparação do projeto político pedagógico das escolas, em ênfase: [...] concepção de currículo e de conhecimento escolar deve ser enriquecida pela compreensão de como lidar com temas significativos que se relacionem com problemas e fatos culturais relevantes da realidade em que a escola se inscreve (BRASIL, 2010, p. 44).

Na proporção que os alunos aprendem o assunto e conseguem correlacionar o conteúdo com a realidade, ou seja, contextualizar, o discente terá condições suficientes para atuar como agente transformador na edificação do conhecimento. Com isso, faz-se necessário a utilização de ferramentas de ensino que colaborem para o aprendizado do aluno. O emprego de temas que envolvam problemas sócio-científicos pode potencializar o aprendizado, além de estimularem os alunos a se interessarem pela disciplina, já que os temas podem ser associados ao contexto em que os alunos estão inseridos.

Questões de caráter social, como a violência e a criminalidade, acabam por vezes se distanciando do ensino na área de ciências, e a química, como faz parte dessa área, também aparece, aparentemente, desconexa desses temas. Porém, a química tem um papel relevante, que as vezes acaba despercebido, e que é de grande importância na elucidação de crimes e na efetivação da justiça. Nesse contexto, deve-se destacar a importância da química forense nas investigações policiais, que começou a ganhar um grande espaço através de mídias, livros e da própria indústria cinematográfica. A divulgação causada por esses meios acabou por atrair muitos jovens e adolescentes a se interessarem por series policiais, como é caso de uma das mais famosas no ramo, *Crime Scene Investigation* (CSI), uma serie americana que tem a audiência de grande parte do público juvenil, na qual se pode perceber a utilização de métodos científicos e de conhecimentos químicos na elucidação de crimes.

A ciência forense, é uma área interdisciplinar que envolve física, biologia, química, matemática, entre outras ciências, com o desígnio de dar apoio às investigações referentes à justiça civil e criminal. A identificação de alterações em veículos, reações empregadas nas análises de disparos de armas de fogo, revelação de impressões digitais, identificação de sangue em locais de crime e objetos relacionados a este, identificação de substâncias entorpecentes e entre várias outras, estão relacionadas ao papel da ciência forense.

Para trabalhar com esse ramo da ciência, como objeto de ensino de química, optou-se, neste trabalho, pela elaboração de uma sequência didática (SD) que adote a experimentação investigativa relacionada a alguns processos da química forense, já que dessa forma esses processos podem ser melhor visualizados, o que permite que se relacionem de forma contextualizada com os conhecimentos químicos ministrados em sala de aula.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos Gerais**

Elaborar uma proposta de Sequência Didática (SD) que utilize métodos da química forense na experimentação investigativa e que possibilite a contextualização dos conhecimentos químicos. A proposta de SD deve contribuir para a aproximação dos conteúdos de química com a realidade dos alunos, com potencial para estimular os alunos de ensino médio a se interessarem por fenômenos e processos químicos, assim como despertar para a importância da química na sociedade e o impacto que ela causa.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Mostrar o químico como uma peça importante na resolução e investigação de crimes, assim como ilustrar as técnicas utilizadas por esses peritos químicos para desenvolver suas análises, servindo de elementos para tratar o assunto de perícia criminal
- ✓ Fazer relação de maneira contextualizada, assuntos da Ciência/Química Forense com conteúdo da disciplina Química compreendidos na matriz curricular para o Ensino Médio.
- ✓ Proporcionar práticas experimentais e lúdicas com o objetivo de instigar a observação, investigação e a relação do que foi ministrado em sala de aula com o que foi observado nos experimentos.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Sequência Didática

A preocupação na melhoria do aprendizado incentivou diversas pesquisas no âmbito da educação, esses estudos proporcionaram diversas inovações de ferramentas, estratégias e métodos para otimizar o aprendizado. Entre elas a sequência didática.

A sequência didática (SD) tem como finalidade ajudar os discentes a resolverem dificuldades reais sobre determinado tema. Ela é obtida com a construção e o acúmulo de conhecimento em relação ao assunto em questão, adquirido com planejamento ao longo de um tempo através de atividades que estão articuladas. Zabala (1998) conceitua a unidade didática, unidade de programação, ou unidade de intervenção pedagógica como um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos” (Zabala, 1998, p. 18).

“*As sequências de atividades de ensino/aprendizagem*, (grifo do autor), ou sequências didáticas, são uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática” (ZABALA, 1998, p. 20).

Nesse sentido a sequência didática apresenta uma lógica sequencial da evolução do conhecimento com o objetivo de dar mais sentido no processo de ensino, assim como proporcionar o engajamento dos alunos nas atividades, podendo assim melhorar seu aprendizado.

#### 3.2 A experimentação investigativa do Ensino de Química no nível Médio

O ensino de química no nível médio revela um método de aprendizagem caracterizado em grande parte pela memorização e a dificuldade de transitar entre as manifestações macroscópicas dos fenômenos e a explicações microscópicas decorrentes do conhecimento químico, no qual o aluno quase sempre fica passivo no processo de aprendizagem e se torna apenas um ouvinte das informações que o professor transmite.

No ensino de química a experimentação pode ser uma excelente estratégia para promover a contextualização do ensino e o melhor engajamento dos alunos na disciplina. Na experimentação é importante que os alunos não só fiquem presos à roteiros pré-estabelecidos; organizados e explicados passo-a-passo do que deve ser feito (adicionar, agitar, medir, ect.), e

permitir que existam espaços no qual o aluno possa se tornar protagonista do conhecimento com momentos de estudos e discussões prático/teóricas que ajudem o aluno através do intermédio do professor transitar entre os fenômenos macroscópicos dos experimentos e entre fenômenos microscópicos do conhecimento químico. Esse último, sendo relacionado ao conhecimento teórico-conceitual, que exige uma maior abstração do discente.

O nível macroscópico caracteriza-se pela visualização concreta ou pelo manuseio de materiais ou substâncias e de suas transformações, bem como pela descrição, análise ou determinação de suas propriedades, enquanto o nível microscópico caracteriza-se por uma natureza atômico-molecular, isto é, envolvendo explicações baseadas em conceitos abstratos, como átomo, molécula, íon etc., para racionalizar, entender e prever o comportamento das substâncias e de suas transformações (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p.107).

Segundo Izquierdo e cols. (1999), a experimentação na escola pode ter diversas funções como a de ilustrar um princípio, desenvolver atividades práticas, testar hipóteses ou como investigação. No entanto, essa última, acrescentam esses autores, é a que mais ajuda o aluno a aprender. Comumente, as atividades de laboratório são orientadas por roteiros predeterminados do tipo receita, dificultando o raciocínio e o questionamento (Ferreira et al., 2010). Contudo, o experimento didático deve promover o caráter investigativo, favorecendo a compreensão das relações conceituais da disciplina (Machado; Mol, 2008), possibilitando assim que os alunos possam aprender sendo protagonistas na obtenção de conhecimento.

De acordo com Lima e Marcondes (2005) o uso de atividades experimentais tradicionais onde o professor apenas estabelece em sala o que os alunos devem fazer, não despertando assim os objetivos educacionais básicos que são: conhecer, compreender, aplicar, analisar, sintetizar e avaliar. Tais objetivos podem ser desenvolvidos com atividades investigativas. Para Azevedo (2004), além do desenvolvimento cognitivo, as atividades investigativas oferecem a oportunidade de o aluno participar ativamente do seu processo de aprendizagem além de outros conteúdos importantes para formação do cidadão como valores, normas e atitudes.

Utilizar as atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar do seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre seu objeto de estudo, relacionando o objeto com os acontecimentos e buscando as causas dessa relação (AZEVEDO, 2004, p.22).

Com base nisso, a fim de não tornar a aula experimental uma mera apresentação, mas mobilizar, estimular e motivar o interesse e a participação dos alunos é essencial que eles estejam envolvidos com assuntos relacionados a sua realidade ou familiaridade. A investigação

a partir de fatos cotidianos é fator primordial no processo de evolução conceitual dos alunos (ZULIANI, 2006).

Nesse contexto, é importante que o professor se recicle, deixe de lado formas ultrapassadas de ensino e busque novas maneiras de ensinar. A forma como o docente conduz o processo de ensino e aprendizagem é essencial para o desenvolvimento do aluno, visto que esse necessita de ferramentas e métodos de ensino que o seduza e permita assim a aprendizagem.

Com base nos experimentos de caráter investigativo, é possível realizar diversos experimentos e diversas formas de trabalhar esses experimentos com os alunos.

O método de ensino baseado na experimentação investigativa se estrutura a partir de três etapas pedagógicas, as quais dão suporte para a construção do conhecimento do aluno (JESUS, 2011). Estes momentos pedagógicos são: Problematização inicial; organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. No Primeiro momento, sugere-se a imersão de um problema partindo-se da realidade do aluno, além de estímulos de questionamentos por parte do professor com o objetivo de analisar conceitos iniciais dos alunos, assim como suas explicações sobre os fenômenos em estudo. O segundo momento pedagógico compreende a organização do conhecimento, no qual o docente interage com os alunos através da experimentação, por exemplo, com o propósito de se atingir a compreensão científica do fenômeno investigado. Nesse momento aprecia-se a criação do pensamento que está sendo desenvolvido pelos alunos, através da escrita. No último momento, acontece a utilização do conhecimento com o intuito de verificar se os aprendizes possuem capacidade para despertar os saberes de novos contextos em investigação (JESUS, 2011).

Um exemplo da utilização da experimentação investigativa com a acidez estomacal foi utilizado por (SOUZA,2013):

### **Experimentação Investigativa: Acidez estomacal**

Este experimento apresentou como objetivo provocar questionamentos nos alunos sobre quais bebidas podem causar sensação de mal estar estomacal como azia. Dessa forma, almejou-se com este experimento, aumentar a qualidade de vida dos alunos, evitando possíveis problemas de saúde decorrentes de ingestão de bebidas ácidas. O experimento foi realizado em uma aula de 50 minutos.

#### *Primeiro Momento*

Foi feita a seguinte pergunta: “As bebidas que você ingere podem provocar azia”? Justifique. Também foram perguntadas outras questões complementares e pertinentes, como “O que se deve fazer para eliminar a azia”? e “Você conhece quais são os medicamentos contra azia”? Deixou-se um tempo de 10 minutos para trocas de ideias, formulação de respostas e possibilidade de debates entre os grupos.

### *Segundo Momento*

Foi definido como mediação do conhecimento pelo professor e explicações dos conteúdos, tais como conceito de Ácido e Bases de Arrhenius, potencial de Hidrogeniônico (pH), reação de neutralização e ligações químicas. Foi feito ainda, uma explicação dos fatores que proporcionam o aumento da acidez estomacal e de como ocorre a reação de neutralização do ácido dentro do estômago através de medicamentos como o leite de magnésia. Foram mostrados também, alguns medicamentos para combate de azia e má digestão, tais como Leite de Magnésia, Sal de Frutas, pastilhas de Magnésia Bisurada. Existiu um momento para esclarecimento de dúvidas e em seguida, partiu-se para a parte experimental em que os alunos em um primeiro momento responderam o que eles achavam ser mais ácidos entre as bebidas listadas e em seguida foram distribuídas aos alunos as amostras e os papéis indicadores para medição de pH das bebidas. No fim, realizou-se o preenchimento da avaliação com os respectivos valores de pH das bebidas encontradas na parte experimental. O experimento baseou-se em medir, através de papel indicador universal, o pH das bebidas, sendo elas: suco de frutas cítricas, água, suco de manga e Coca-Cola. Utilizou-se para esse momento, 30 minutos.

### *Terceiro Momento*

Caracterizou-se por ser o momento de extrapolação, na qual os estudantes após auxílio de mediações dos conhecimentos desenvolveram suas respostas finais ao questionamento realizado no início da aula, com maiores detalhes conceituais, além de melhores explicações. Como exemplo de extrapolação, os alunos tomaram iniciativa de medir o pH na reação entre Coca-Cola e leite de magnésia, e o pH verificado foi próximo de 7, caracterizando a ocorrência da neutralização da acidez. O pH da Coca-Cola quando testado anteriormente à reação apresentou-se muito baixo, próximo de 2, sendo, portanto, ácida, e com coloração vermelha apresentada no papel indicador, enquanto o Leite de Magnésia teve o pH de 14, sendo assim básico e com coloração azul escura. A intenção fundamental desse momento foi confirmar se os alunos compreenderam quais bebidas podem aumentar o pH estomacal e causar incômodos,

como azia, assim como que providências tomar quando ocorrerem situações no decorrer de suas vidas. Foi usado 10 minutos para o terceiro momento.

A experimentação pode adquirir um caráter lúdico e dedutivo, no qual o aluno tem a possibilidade de monitorar e se deparar com as relações funcionais entre os conteúdos e testar o que é dito na teoria. A utilização dessas atividades, quando bem programada e executada, provém à compreensão da química sendo crucial na formação de concepções espontâneas dos conceitos científicos (Giordan, 1999).

### 3.3 Química Forense

A química forense como o nome sugere é a utilização do conhecimento químico em prol dos problemas de caráter forense. Para Farias (2008) uma possível definição seria o ramo da química que aplica os conhecimentos da ciência na investigação forense afim de atender aspectos de interesse judiciário.

A química forense para alguns autores são realizações de análises, entre os autores Suzanne Bell (Bell,2006) indica a química forense como uma química analítica aplicada. Mas para Farias (2008) um químico forense não tem como prever o que pode acontecer em um dia de trabalho e restringir suas práticas somente a química analítica. Logo, seria um equívoco esse julgamento.

Por exemplo, uma vez que, com grande frequência, fluidos de origem biológica são os corpos de prova, conhecimentos sólidos de química orgânica, incluindo-se aí a bioquímica, são, certamente, fundamentais. Por outro lado, a fim de adequadamente avaliar o acerto ou não da aplicação de determinada técnica a determinado sistema ‘problema, conhecimentos básicos e atualizados de físico-química também são vitais. (FARIAS, 2008, p.15-16).

Outro fator importante e lembrar que química forense não está apenas ligada com cenas de crime relacionada a homicídios, visto que ela atende aspectos judiciários, a química forense pode estar relacionada a questões trabalhistas em casos de insalubridades; questões ambientais; perícias industriais (alimentos, medicamentos, etc.); *doping* esportivo. Portanto, é possível observar que um químico forense tem que ter uma boa gama de conhecimento em todas as subáreas da química assim como é possível notar como a química forense engloba várias esferas na sociedade que fazem ponte entre a ciência química e os fatos sociais.

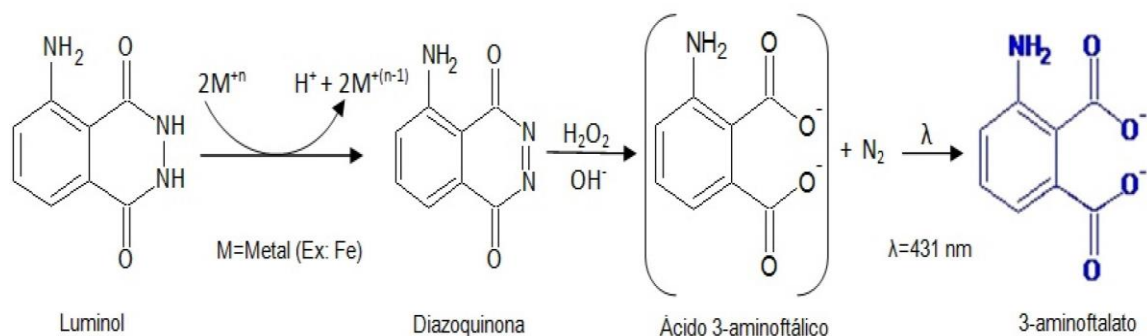
Existem diversas análises químicas de interesse forense, como exemplo as reações empregadas nas análises de disparos de armas de fogo (Zarzuela, 1995; Reis et al., 2004), identificação de adulterações em veículos (Stumvoll e Quintela, 1995), revelação de impressões

digitais (CHEMELLO, 2006), na identificação de sangue (DIAS FILHO; ANTEDOMENICO, 2010), bem como constatação de substâncias entorpecentes como maconha e cocaína (Ho, 1990; CEBRID, 2005; Gaensslen, 1983a e 1983b).

Diversos métodos químicos são utilizados para a elucidação de crimes na química forense. Por exemplo, em uma cena de crime no qual é encontrado sangue no local, esse sangue pode ser identificado por técnicas de química forense, assim como a identificação de DNA e de impressões digitais.

### *Identificação da presença de sangue*

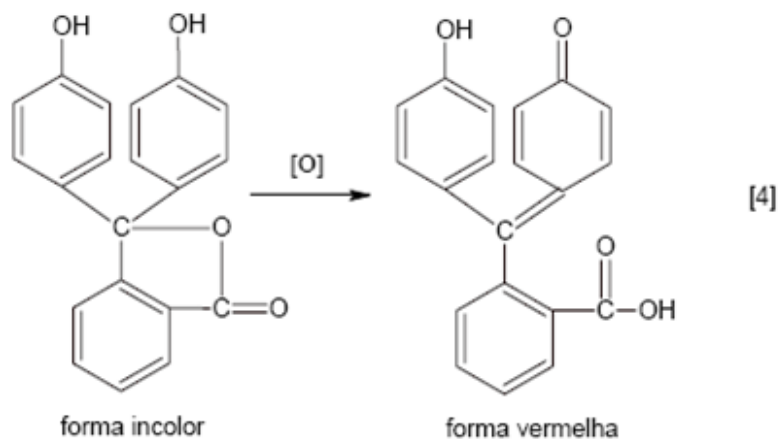
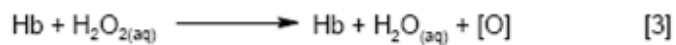
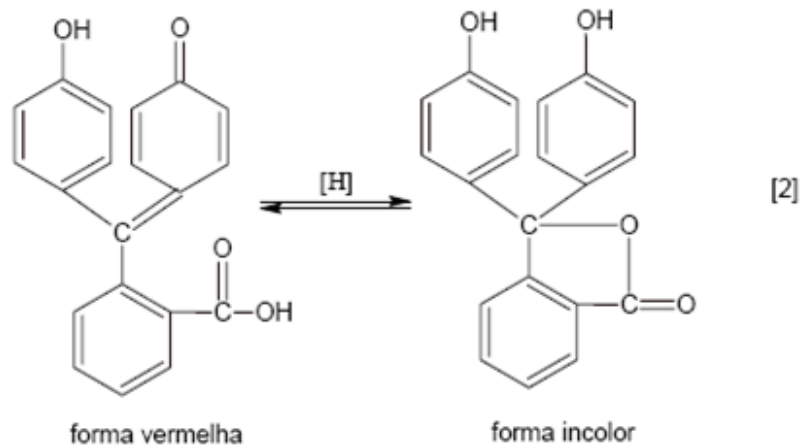
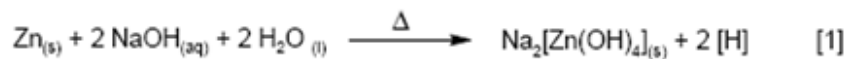
Quando uma mancha chega ao laboratório forense, ela é submetida a testes muito sensíveis com o objetivo de determinar se é, de fato, sangue ou não. Esse tipo de procedimento, tem o nome de teste de presunção (Chemello, 2007). Exames presuntivos de sangue são geralmente catalíticos e envolvem a utilização de um agente oxidante, como o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), e um indicador luminescente. Dos reagentes de importância prática na química forense, o luminol é o mais utilizado. A reação quimiluminescente de oxidação do 5-amino-2,3-dihidroftalazina-1,4-diona (luminol) é catalisada pelo íon metálico de ferro presente na hemoglobina, resultando em um composto denominado 3-aminoftalato, conforme visualizado na Figura 1.



**Figura 1: Mecanismo de oxidação do luminol.**

Esse composto, ao ser irradiado com luz negra ( $\lambda = 431 \text{ nm}$ ), emite luz azul, podendo tornar visíveis os locais onde tem vestígios de sangue. Ao dispensar luminol na amostra, sua eficiência é tão boa que é possível a detecção de sangue até mesmo quando passados seis anos de acontecimento do crime ou quando o suspeito limpa o local a fim de disfarçar o acontecido.

Outro método muito utilizado é pelo reagente Kastle-Meyer, reagente esse que pode ser facilmente produzido. O reagente de Kastle-Meyer é constituído por uma mistura de substâncias. Um exemplo de composição seria 0,1 g de fenolftaleína, 2,0 g de hidróxido de sódio (sob a forma de pellet), 2,0 g de pó de zinco metálico e 10 mL de água destilada. Na Figura 4 podemos ver as reações que acontecem tanto no processo de produção do reagente como nas que ocorrem quando ele é usado na suposta mancha de sangue. Para realizar o procedimento de revelação, macera-se a mancha ou a crosta com 1 mL de água destilada ou hidróxido de amônio concentrado. Depois, seleciona-se duas gotas do macerado e, após despejá-las em um tubo de ensaio, misturam-se duas gotas do reagente. Enfim, adicionam-se à solução duas gotas de peróxido de hidrogênio a 5%.



**Figura 2 – Mecanismo de reação do reagente Kastle-Meyer**

Na figura anterior [Figura 2], em [1], temos a reação entre o pó de zinco (Zn) e o hidróxido de sódio (NaOH). O produto de interesse é o hidrogênio nascente, que atestará a forma incolor da fenolfatelaína [2]. Se a amostra for de sangue, esta terá, obrigatoriamente, hemoglobina (Hb), a qual apresenta a propriedade de decompor o peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) (comportamento de peroxidase) em água e oxigênio (O) nascente [3]. Então, este oxigênio proporcionará a forma colorida da fenolfatelaína, mostrando ao perito que a amostra pode conter sangue.

### ***Identificação de impressões digitais***

Registros pré-históricos de impressões digitais revelam a curiosidade humana nessas marcas inconfundíveis dos indivíduos. No princípio utilizadas apenas como objeto de identificação em documentos, não havendo ainda uma aplicação científica, o primeiro caso autêntico de identificação da culpa de um crime por meio das impressões digitais ocorreu em 1891 na polícia de La Plata (Maia, 2012).

No que se diz a respeito à identificação humana para solucionar crimes, a revelação de impressões dérmicas é uma das técnicas mais usadas. Chamada de papiloscopia, ela está subdividida em três áreas: datiloscopia, quiroscopia e podoscopia, as quais se dedicam, respectivamente, às impressões digitais, às impressões deixadas pelas palmas das mãos e às impressões deixadas pelas palmas dos pés, sendo a datiloscopia a mais empregada das três (Farias, 2010). Do ponto de vista biológico, a datiloscopia baseia-se no fato de que, até hoje, não foram achadas duas pessoas com a mesma impressão digital; e da óptica da química forense, os compostos orgânicos têm um papel essencial na revelação da impressão digital e, como resultado, na identificação de determinado indivíduo. Existem diversos modos de identificar as impressões digitais. Neste trabalho, optou-se pela técnica do vapor de iodo, uma das mais antigas e simples, que consiste na absorção do vapor do iodo pelos compostos gordurosos do suor (Farias, 2010) muito embora não sejam excretados pelas mãos, os compostos gordurosos com os quais o vapor de iodo irá interagir terminam por agregar-se ao suor das mãos e compõem, portanto, as impressões digitais, pelo contato prévio das mãos com partes do corpo (tais como maçãs do rosto e couro cabeludo) onde há presença de glândulas sebáceas, com a consequente liberação de compostos gordurosos. As impressões digitais reveladas por sua adsorção têm coloração escura, conforme demonstra a Figura 3.



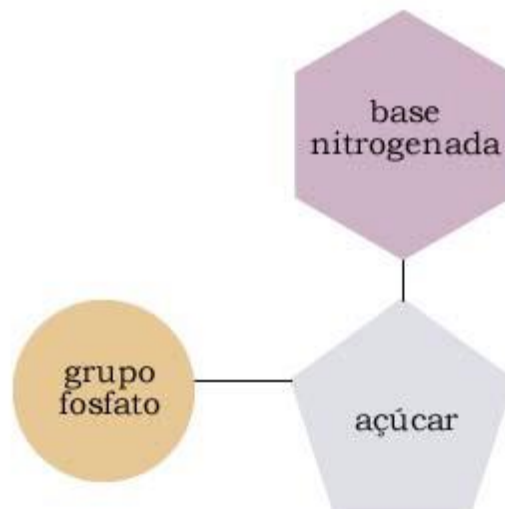
**Figura 3: Diferentes tipos de digitais reveladas pela técnica do vapor de iodo**

A impressão digital assim revelada deve ser rapidamente fotografada, uma vez que, justamente por ser volátil, o vapor de iodo irá também desprender-se da impressão tornando-a não visível novamente. Uma vez revelada uma impressão digital, cabe ao especialista definir se a mesma pertence ou não a determinado indivíduo, podendo-se, modernamente, contar com a ajuda de programas de computador para tal.

### ***Identificação de DNA***

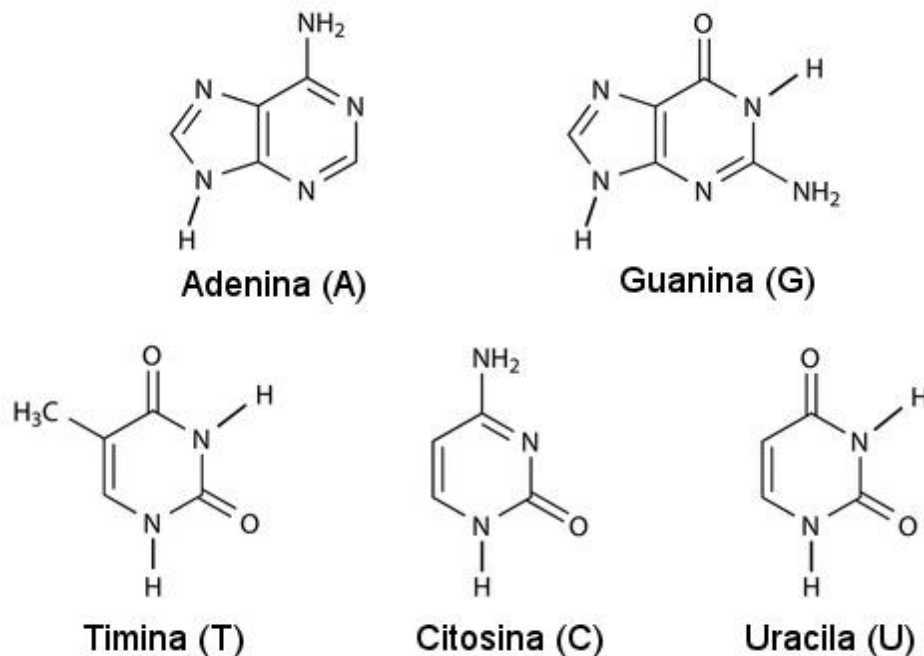
O original inglês ‘DNA’ é uma abreviação para **D**eoxyribo**N**ucleic **A**cid (em português, ficaria ADN, referente **Á**cido **D**esoxirribo**N**ucléico). Ao lado do RNA (**R**ibo- **N**ucleic **A**cid – **Á**cido RiboNucléico – ARN) e com ajuda de outras espécies bioquímicas, como enzimas, ele é responsável pela hereditariedade. Nele são guardadas todas as informações genéticas, como características físicas e metabólicas (há até quem diga que algumas características psicológicas), com as instruções para síntese de proteínas. Embora haja uma grande semelhança do DNA de dois indivíduos quaisquer da população, não existe uma identidade total – salvo no caso de gêmeos idênticos – e essa pequena diferença (cerca de 0,1 % do ADN) é fundamental na Ciência Forense como potencial forma de identificação humana.

Falando em termos de estrutura, os ácidos nucleicos DNA e RNA são enormes polímeros constituídos por nucleotídeos. Estes, por sua vez, possuem uma estrutura comum: um açúcar, um grupo fosfato e uma base nitrogenada, conforme podemos ver na Figura 4.



**Figura 4– Esquema da estrutura de um nucleotídeo [adaptado de FARAH, 1997].**

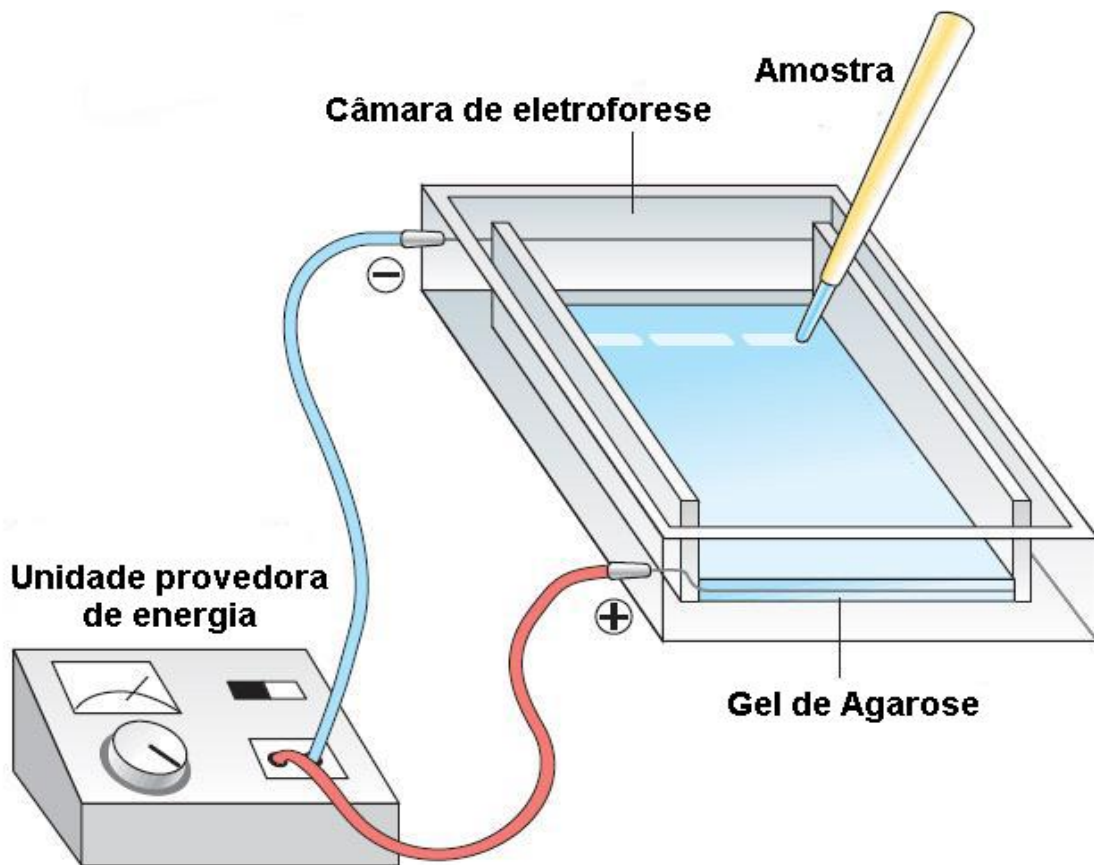
No DNA, os nucleotídeos são formados por um açúcar (desoxirribose), um grupo fosfato e uma base nitrogenada, que pode ser uma purina (Adenina e Guanina) ou uma pirimidina (Timina e Citosina) (Figura 5).



**Figura 5 – Os componentes estruturais dos nucleotídeos do ADN.**

A informação genética do DNA está na forma de um ‘código químico’. Este nada mais é que a ordem dos nucleotídeos. Ele guia a junção de aminoácidos específicos em uma proteína. Estas, por sua vez, têm um papel importante na constituição, manutenção e catálise nas células.

Uma das técnicas utilizadas por peritos criminais na identificação de ácido desoxirribonucléico (DNA) do provável autor de um crime é a eletroforese em gel. O processo que ocorre nessa técnica nada mais é do que a migração de íons ou moléculas submetidas a uma corrente elétrica. As moléculas de DNA, devido aos grupamentos fosfato da sua cadeia (carga negativa), migram para o polo positivo. A eletroforese separa moléculas de tamanhos diferentes, criando padrões de fragmentos moleculares. A eletroforese em gel baseia-se na preparação de um gel de agarose (um polissacarídeo extraído de algas marinhas) que forma uma rede em que se prendem as moléculas durante a migração. O perito coloca a solução de DNA no gel e aplica uma corrente elétrica. Para gerar a fragmentação (padrão gerado), é acrescentado brometo de etídio, que fará o DNA brilhar quando exposto à luz ultravioleta (Chemello, 2007).



**Figura 6:** Na esquerda temos a ilustração da técnica de separação por eletroforese. Já na direita temos a representação da molécula de brometo de etídio. Fonte: Koolman e Röhm, 1996.

No experimento utilizado, optou-se por fazer a prática da identificação e extração do DNA da saliva humana e do morango. No que diz respeito à extração de DNA, a técnica

empregue para o isolamento do material genético da saliva foi fundamentada em Peruzzo e Canto (2002). Esse é um método que faz uso de vários conceitos químicos como densidade, solubilidade, permeabilidade, precipitação e decantação.

Visando o ensino de química, a química forense pode ser utilizada como ferramenta de ensino ao abordamos conceitos teóricos aliados a experimentação com o intuito de contextualizar o ensino podendo assim atrair os alunos a participarem na construção do conhecimento.

Dessa forma, torna-se possível a associação por parte dos alunos do conteúdo de química com o cotidiano, podendo assim motivar e estimular os mesmos a estudarem a disciplina. Neste contexto, observa-se que os seriados televisivos relacionados a ciências forenses, tem ganhado muito espaço, principalmente entre os jovens. Seriados como CSI (*Crime Scene Investigation*), *Cold Case* (Arquivo Morto), *Criminal Minds* (Mentes Criminosas) e *Medical Detectives* (Detetives Médicos) mostram profissionais de diferentes áreas usando seus conhecimentos para desvendar crimes. Destaca-se a série CSI, que mostra um grupo de cientistas forenses nos Estados Unidos que trabalham em investigações de alta complexidade, a série tem sucesso significativo entre os adolescentes e durante um bom tempo foi transmitida na TV aberta, o que ajudou na sua popularização.

### 3.4 CTS

A falta de contextualização e a desconexão com a realidade social faz com que os alunos não se interessem por estudar e aprender a disciplina química, tendo em vista isso, a Abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) vem como uma forma de minimizar esse quadro, que é uma realidade no ensino de química, propiciando a ampliação do processo de ensino-aprendizagem para além do ambiente escolar, auxiliando no despertar do senso crítico dos alunos, na observação das aplicações do conhecimento químico na realidade a sua volta.

O CTS é uma abordagem, ou orientação educacional, que considera as relações entre ciência e tecnologia, bem como de suas implicações sociais, e as consequências ambientais, essa abordagem teve origem a partir dos anos 70 com movimento CTS (RICARDO, 2007).

Auler e Bazo (2001) descrevem que o movimento CTS surge a partir de meados do século XX, quando foi acendendo o movimento social de quebra do paradigma do desenvolvimento científico, tecnológico e econômico nos países capitalistas vividos entre a década de 1960 e 1970, emergindo uma politização em relação a esse desenvolvimento que

apontavam para questões de degradação ambiental e as relações entre o desenvolvimento científico-tecnológico e as terríveis consequências da guerra.

Na educação e ensino, a abordagem CTS surgiu para atender inovações na área, incluindo acima de tudo educação política com a finalidade de democratizar processos decisórios, o papel escolar na sua transformação e a interdisciplinaridade (HUNSCHE et al. (2009).

O enfoque CTS na educação causa a necessidade de reestruturar os conteúdos curriculares, fazendo que a ciência e tecnologia crie concepções próximas ao cenário social (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p.74).

Os documentos oficiais, como Parâmetros Curriculares Nacionais, Diretrizes Curriculares Nacionais, Matriz de Referência do Exame Nacional do Ensino Médio, dentre outros, já possuem proposições curriculares que apontam para a abordagem CTS. Contudo, Strieder et al. (2016, p. 100) afirmam que não é suficiente inserir mudanças nos documentos curriculares sem promover, de forma articulada, mudanças nas concepções e na prática pedagógica dos professores, até porque crenças e atitudes sobre cidadania, tecnologia, aspectos sociocientíficos, interdisciplinaridade, contextualização e abordagem temática, interferem nas práticas didático-pedagógicas dos docentes.

Também, de acordo com AIKENHEAD (1994): O estudo do mundo natural que chamamos de ciência. O estudo do mundo construído artificialmente é a tecnologia. E a sociedade é o meio social. Ensino de Ciências através da ciência-tecnologia sociedade refere-se ao ensino sobre fenômenos naturais de uma forma que incorpora a ciência nos ambientes tecnológicos e sociais do aluno. [...] Em outras palavras, a instrução CTS tem como objetivo ajudar os alunos a fazer o sentido de suas experiências cotidianas, e faz isso de uma forma que a tendência natural dos alunos de apoio para integrar seus entendimentos pessoais de seus ambientes sociais, tecnológicos e naturais.

Sobre as questões pedagógicas para uma abordagem CTS ao ensino, ou seja, para a execução da orientação CTS na sala de aula, os conteúdos das disciplinas científicas têm que conter temas sociais, sendo está uma questão central (SANTOS; SCHNETZLER, 1997). Assim, os problemas científicos abordados nas aulas estão associados às necessidades sociais e aos processos tecnológicos. De acordo com Santos e Schnetzler (1997, p.74), a inclusão dos temas sociais é justificada pelo fato de eles “evidenciarem as inter-relações dos aspectos da ciência, tecnologia e sociedade e propiciarem condições para o desenvolvimento de atitudes de tomada de decisão dos alunos”. Em relação às questões metodológicas, uma abordagem CTS propõe o uso de diversas estratégias de ensino, como: palestras com especialistas, visitação a fábricas,

resolução de problemas abertos, sessões de questionamentos, debates, e experimentos em laboratório (SANTOS; SCHNETZLER, 1997). Essas estratégias precisam a associação de campos de conhecimentos tecnológico, social, científico e ético (MACEDO; KATZKOWICK, 2003). A abordagem dos temas sociais no ponto de vista de ensino CTS acompanha uma estrutura característica que, segundo Aikenhead (1990 apud TEIXEIRA, 2003), resulta da adoção de etapas: introdução de uma questão social; análise de uma tecnologia relacionada à questão social; definição de conceitos e habilidades científicas em função da tecnologia e da questão social introduzida; retomada da tecnologia em função dos conceitos e habilidades científicas estudados; e retomada da questão social na busca de possíveis soluções. Teixeira (2003) considera que a estrutura proposta, além de extrapolar a dimensão meramente conceitual, pode contribuir de maneira efetiva para um salto qualitativo na formação do cidadão.

Em uma abordagem CTS aplicada ao Ensino de Química, podemos considerar com base nisso, que o processo de ensino não pode ser somente relacionado com o conceito teórico-científico, é importante que ele esteja atrelado ao contexto social, científico e tecnológico no qual o aluno possa relacionar com o cotidiano.

Um ponto significativo a considerar é que uma visão CTS de ensino exige modificação no perfil tradicional da ação docente (ACEVEDO DÍAZ, 1996b). A proposta de incorporar, ao ensino, uma discussão sobre as inter-relações CTS necessitará da flexibilidade para a mudança e a renovação, por parte dos docentes. Nessa perspectiva, Bustamante (1997) propõe, aos professores, as seguintes orientações: criar, no aluno, a capacidade de relacionar conceitos de diferentes áreas do conhecimento, estimulando o seu espírito crítico; proporcionar debates sociais acerca da implantação, eliminação ou substituição de uma determinada tecnologia com o intuito de preparar cidadãos com voz e opiniões fundamentadas; estimular, nos alunos, ações de reconhecimento das oportunidades de melhoria de vida relativas ao desenvolvimento científico e tecnológico; diferenciar a dupla função da tecnociência - o seu papel como mecanismo e o seu papel como criadora de modelos para entender o ser humano e a sociedade em que vive; atender ao estudo das relações ciência, tecnologia e sociedade considerando as demandas de uma sociedade constituídas com base na informação.

Originando-se de vários estudos com professores que trabalham numa perspectiva CTS, (ACEVEDO DÍAZ, 1996a) pode perceber um conjunto de ações docentes características dessa perspectiva de ensino, na qual podemos marcar: investir tempo para o planejamento das aulas; tornar flexível a ordem curricular dos conteúdos; proporcionar um clima agradável na aula para viabilizar a interação; incitar questionamentos por parte dos alunos no decorrer da aula; abordar

os conhecimentos científicos voltados para a realidade do aluno; fazer com que os alunos entendam tanto os benefícios da ciência e da tecnologia como as limitações de ambas para resolver os complexos problemas sociais; não se limitar a uma ação unicamente no âmbito da sala de aula; e educar para a vida e para viver. Por outro lado, Martins (2002) assinala alguns obstáculos à implementação de uma orientação CTS na escola, dispostos em três eixos: formação, concepções, crenças e atitudes dos professores; sequência rígida dos programas escolares; e os recursos didáticos.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Coleta de Dados

#### 4.1.1 Base de Dados

Foi utilizada a base de dados Google Acadêmico (Google Scholar). O mecanismo auxilia na procura de material científico relevante, indo de artigos científicos a livros.

Através dessa busca foram encontrados artigos publicados na QNESC (Química Nova na Escola), que foi uma fonte de referências importante para embasar o trabalho, principalmente no campo da experimentação, como artigos sobre: A experimentação no ensino de química; Experimentação problematizadora e o Papel da experimentação no ensino de ciências. Na mesma revista foram encontrados artigos que abordaram a química forense no ensino de química, como: A ciência forense no ensino de química por meio da experimentação investigativa e lúdica (Cruz et al, 2016); A perícia criminal e a interdisciplinaridade no ensino de ciências naturais (Dias e Antedomenico, 2010) e Química forense - a utilização da química na pesquisa de vestígios de crime. (Oliveira, 2006)

Referentes a sequência didática, a principal referência foi Antoni Zabala i Vidiella, que nas referências aparece como ZABALA, Antoni. As referências são do livro: Prática Educativa: como ensinar. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

No que diz a respeito à química forense como o ramo da química que aplica suas técnicas para atender interesses de caráter judiciário foi utilizado o livro: Introdução à química forense, do autor Robson Fernandes de Farias.

Sobre a experimentação a principal fonte foi o autor e professor de química Emiliano Chemello, que fez uma série chamada “Ciência Forense”. Os artigos da série “Ciência Forense” foram publicados no website Química Virtual e estão disponíveis no formato ‘pdf’.

#### 4.1.2 Critérios para Selecionar as Referências

##### ***Tema Gerador***

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica usando como palavra chaves: Ensino de química, sequência didática, química forense; Experimentação. Com base nisso, foram reunidos trabalhos e artigos publicados. E esses critérios levaram à utilização de livros relacionados especificamente a química forense assim como livros relacionados à educação e processos de ensino. Entre os artigos, os mais utilizados foram os da QNESC (Química Nova na Escola) no qual a busca foi direcionada para a química forense no ensino de química.

### ***Práticas Experimentais***

O critério para a escolha das práticas experimentais foi feito através da seleção de materiais e reagentes de baixo custo e de fácil acesso e manuseio, assim como práticas mais simples e que fossem possíveis de serem feitas em qualquer laboratório ou na própria sala de aula, visto as limitações que existem em relação à infraestrutura em algumas escolas. Esses critérios levaram à utilização de artigos que tratavam de experimentos feitos em escolas e relacionados à química forense, a pesquisa foi direcionada, como por exemplo: A ciência forense no ensino de química por experimentação investigativa.

### ***Avaliação***

Os baixos resultados na aprendizagem, tanto na avaliação interna como externa, fazem parte do consenso universal que impõe mudanças no processo de ensino e aprendizagem. Verifica-se, assim, a necessidade de falar em educação química, priorizando o processo ensino-aprendizagem de forma contextualizada, ligando o ensino aos acontecimentos do cotidiano do aluno, para que estes possam perceber a importância socioeconômica da química, numa sociedade avançada, no sentido tecnológico (TREVISAN; MARTINS, 2006).

O método avaliativo foi selecionado através de modelos de artigos publicados, a fim de ter o feedback do processo de ensino, propõe-se para atividade avaliativa os critérios de participação nas aulas, debates e experimentação, além das atividades propostas como apresentação em relatório das práticas experimentais envolvendo técnicas de perícia criminal.

### ***Seleção de Vídeos***

Um vídeo sobre química forense foi selecionado através dos seguintes critérios: Apresentar a história da química forense; mostrar a importância que ela tem no contexto social, tecnológico e científico; chamar a atenção para a disciplina química. E esses critérios levaram a utilização de um vídeo que foi encontrado no YouTube e pode ser acessado pelo link: <https://www.youtube.com/watch?v=KnwxyBORQkI&t=1s>. Produção audiovisual produzida pela PUC Rio em parceria com o Ministério da Educação, o Ministério da Ciência e Tecnologia e o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação.

Outros vídeos também foram escolhidos para mostrar os métodos e as técnicas laboratoriais da química forense para desvendar crimes. Os vídeos também podem ser encontrados no YouTube. Sobre os métodos utilizados em grandes laboratórios de química forense foi utilizado o vídeo que pode ser acessado pelo link:

<https://www.youtube.com/watch?v=V2XWSlwbHro> o vídeo é intitulado de:” Química Forense”. Outras práticas experimentais mais simples que podem ser executadas mais facilmente e com reagentes simples e sem equipamentos modernos. Por esse motivo foi selecionado dois vídeos com experimentos simples que podem ser aplicados a química forense como o teste de sangue pode ser encontrado pelo link: <https://www.youtube.com/watch?v=K4iUcK5IRAI> o nome do vídeo é: “Perícia Criminal e o ensino de química”, e o das impressões digitais pelo link: <https://www.youtube.com/watch?v=35Zi77JiXas> e o nome do vídeo é: “Como tirar IMPRESSÕES DIGITAIS em casa (EXPERIÊNCIA de QUÍMICA / QUÍMICA forense)”

### ***Cena do Crime***

Considerando que o público-alvo são alunos do ensino médio, e que uma boa parte são jovens, optou-se por montar um cenário de crime, algo parecido com as series de investigação policial, que tem uma grande audiência entre os jovens e adolescentes, como CSI (*Crime Scene Investigation*). Foi usado como inspiração artigos encontrados através da pesquisa realizada na base de dados, principalmente no Química Nova na Escola. Neste caso, foram adaptados ferramentas e métodos similares, para colocar em prática na nossa proposta didática.

## **4.2 Análise de Dados**

Após a seleção de todas as referências, esses materiais foram analisados partindo-se do referencial teórico da abordagem CTS e da aprendizagem significativa para que se pudesse elaborar uma sequência didática com o tema gerador associado à química forense e que fosse propício para o desenvolvimento de atividades em sala de aula, que levassem à motivação e à facilitação da aprendizagem de conceitos químicos.

## **4.3. Descrição dos Experimentos Inseridos na Sequência Didática**

### **4.3.1 Teste do vapor de Iodo**

Baseia-se na técnica do vapor de iodo, que consiste em aquecer levemente, em um recipiente fechado, alguns cristais de iodo e o material a ser examinado. Rapidamente se forma uma “névoa” violácea de iodo na fase vapor. Este vapor interage com a impressão digital, por meio de uma adsorção física, formando a imagem da impressão digital presente no material analisado. (Chemello, 2016)

### **Objetivo**

- Revelar impressões digitais utilizando cuba de iodo e identificar o código datilográfico

### **Materiais utilizado**

- Luvas descartáveis
- Lupa
- Recipiente contendo cristais de iodo ressublimado
- Placa de vidro 10 x 5 cm
- Fita adesiva

*1º passo:* Cada aluno deverá pressionar o polegar direito sobre a placa de vidro (10x5 cm);

*2º passo:* um aluno da equipe deverá colocar a placa de vidro com ajuda de uma pinça metálica, com as digitais, no recipiente com iodo por aproximadamente 3 minutos e aquecer a o recipiente.

*3º passo:* após a revelação da digital, aplique fita adesiva sobre toda a superfície e em seguida cada aluno deverá identificar a localização do delta com auxílio de uma lupa e atribuir uma letra do código datilográfico.

#### 4.3.2 Identificação Do Sangue: Reagente Kastle-Meyer

Esse experimento é viável de ser realizado, pelo fato de todos os reagentes e materiais serem de fácil acesso no laboratório. O reagente de Kastler-Meyer é composto por água destilada, fenolftaleína, hidróxido de sódio e pó de zinco.

Com auxílio de um béquer, dissolvemos 20 mL de hidróxido de sódio (NaOH) em 90 mL de etanol. Adicionou-se 20g de pó de zinco metálico à solução que foi aquecida em fogo brando até ocorrer uma mudança na coloração do rosa para o incolor.

Preparada a solução, providenciou-se hastes flexíveis, soro fisiológico, água oxigenada, uma faca e um pedaço de carne crua. Fez-se cortes na carne com a faca e solicitou-se que os alunos passassem a haste flexível levemente umedecida em soro fisiológico na lâmina da faca. Em seguida, foi gotejado (1 gota) do reagente de Kastle-Meyer na haste flexível, seguido de uma gota de água oxigenada.

**Objetivo**

Detectar presença de sangue através do método Kastlemeyer.

**Material utilizado**

- 0,1 g de fenolftaleína;
- 2,0g de hidróxido de sódio;
- 2,0g de pó de zinco metálico;
- 10 mL de água destilada;
- 1 mL de hidróxido de amônio concentrado;
- 1 tubo de ensaio;
- 1 mL de peróxido de hidrogênio 5%;
- Conta gotas;
- Amostra suspeita.

**Procedimento experimental**

1. Prepara-se a solução reagente misturando as quatro primeiras substâncias;
2. Macera-se a amostra com 1 mL de hidróxido de amônio;
3. Transfere-se duas gotas da solução macerada para um tubo de ensaio;
4. Adiciona-se duas gotas da solução reagente e em seguida mais duas gotas da solução de peróxido de hidrogênio 5%.
5. Observa-se a mudança de cor na solução contida no tubo de ensaio

**4.3.3 Extração de DNA****Objetivo**

- ✓ Mostrar os aspectos químicos e biológicos do DNA;
- ✓ Conhecer como se dá o procedimento de extração do DNA;
- ✓ Identificar o local onde o DNA é encontrado;
- ✓ Visualizar um aglomerado de fitas de DNA.

### **Material utilizado**

- Material a ser analisado (Saliva humana e morango)
- Detergente de cozinha (aproximadamente 10 gotas)
- Sal de cozinha (NaCl) (duas colheres de sal).
- Água destilada (100 mL – 1/2 copo).
- Colher ou bastão de vidro
- Etanol a 95% (gelado) - 100mL
- Béquer de 250 mL.

### **Procedimento experimental**

#### **Preparação do Extrato**

1. Primeiramente bochechar 50 ml de água para retirar tecidos epiteliais e alguns resíduos e cuspir;
2. Deixar 100 ml de água potável parada na boca por cerca de 3 segundos e pôr no béquer. Coletada a saliva;
3. No tubo de ensaio coloca-se a solução de água + sal + detergente e depois a água com saliva.

#### **Separação do DNA**

4. Mistura-se em um outro béquer a solução: água, sal para separar o DNA da proteína) e detergente (para romper a membrana plasmática, sem mexer muito para não criar espuma);
5. No tubo de ensaio coloca-se a solução de água + sal + detergente e depois a água com saliva. Mistura de um lado para o outro três vezes devagar;
6. Depois, com a pipeta adiciona álcool e corante. Percebe-se que começam a se formar filamentos de DNA.

#### 4.3.4 Cromatografia em Papel

##### **Objetivo**

Ver na prática como ocorre a separação dos componentes de uma mistura por meio da técnica de cromatografia em papel.

##### **Materiais e Reagentes**

- Coador de café;
- Um lápis, caneta ou pregador;
- Canetinhas coloridas hidrográficas (preferencialmente nas cores marrom, azul, preta, verde, amarela e vinho);
- Clipes ou fita adesiva;
- Água;
- Álcool;
- Copo ou béquer.

##### **Procedimento Experimental**

1. Recorte o coador de papel em tiras de cerca de 4,0 cm de largura e 13 cm de comprimento;
2. Coloque pingos da tinta de cada caneta na parte inferior da tira de papel. Tome o cuidado para não colocar muito na extremidade, deixe cerca de 2,0 cm de base. A distância entre os pontos também não deve ser muito pequena; deve ser cerca de 1,0 cm. Experimente colocar todas as cores ou pode colocar uma a uma. Uma sugestão boa é colocar em uma mesma tira as cores azul, amarelo e verde.
3. Prenda esta tira na vertical em um lápis, caneta ou pregador que ficará sobre o copo na horizontal. Você pode prender com o clipe ou com a fita adesiva.
4. Coloque água no copo ou béquer. Atenção: Não encha o copo, coloque apenas uma quantidade suficiente para molhar a ponta da tira de papel sem alcançar a tinta (aproximadamente 1,5 cm).
5. Coloque a tira no copo conforme a ilustração acima.
6. Observe o que ocorre com o tempo.
7. Quando o líquido subir por todo o papel, retire-o e deixe-o secar.
8. Anote os fatos observados.
9. Repita o processo, colocando álcool ao invés de água.

## **5. SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROPOSTA**

### **5.1 Visão Geral Sobre Sequência Didática**

Baseando-se nas pesquisas que já foram feitas através da experimentação investigativa e abordagem CTS vê-se que é possível integrar atividades do tipo aula expositiva dialogada, vídeos, experimentos para que ocorra um melhor aprendizado do conhecimento químico que está sendo abordado, no caso, os conteúdos de química que compõe a grade curricular para estudantes de ensino médio.

Pelo o que foi estudado na literatura e pelo que foi entendido dessas abordagens pedagógicas, tanto nas perspectivas CTS, aprendizagem significativa e experimentação investigativa, entendemos ser possível integrar todas estas propostas de abordagens didáticas e produzir uma Sequência Didática (SD) que as englobem. Dessa forma, a nossa proposta de SD está dividida em etapas. No primeiro momento será dado ênfase na apresentação da química forense e seu papel na sociedade, assim como na importância do conhecimento químico como fator crucial para a solução de crimes. No segundo momento a ênfase é em um debate aberto sobre a química forense e apresentação dos seus métodos para se identificar criminosos. No terceiro momento os alunos serão levados a uma simulação de “cena do crime” e realizarão os procedimentos experimentais propostos. Na última etapa pretende-se fazer que os alunos percebam a relação entre os experimentos feitos com os conteúdos de química que eles estudam em sala de aula. Em cada “momento” proposto, foi considerado que uma aula tem um tempo de 50 minutos.

### **5.2 Descrição das atividades**

#### *Momento 1*

Na primeira aula é apresentada a química forense para os alunos, assim como a sua importância para sociedade. A princípio tudo deverá ser feito em forma de um debate, no qual o professor apresenta o tema gerador e a partir daí desenvolve com diversas estratégias pedagógicas o que ele quer almejar.

A estratégia inicial é contextualizar o ensino. Como a química forense está diretamente ligada ao meio criminal, isso pode ser explorado e a partir daí construir-se uma ponte entre o cotidiano e a química, facilitando assim o processo de ensino-aprendizagem.

A apresentação do tema gerador pode ser feita utilizando o Powerpoint, no qual o conteúdo apresentado deve conter, além de informações sobre o papel do químico na sociedade, imagens de cenas de crime; periciais científicas; métodos de análises laboratoriais e vídeos.

Antes de apresentar o tema é importante contextualizar o que será mostrado na apresentação, pode-se abordar com os alunos a forma de como a violência se encontra presente na sociedade.

Vejamos um exemplo de como isso pode ser feito:

Vivemos em uma sociedade na qual crimes e violência fazem parte da vida de muitas pessoas. Notícias na TV e manchetes de jornal, mais perto ainda, como na esquina de casa ou em um acidente presenciado no meio do caminho para algum lugar, não é tão difícil encontrar alguém que teve alguma pessoa próxima que tenha sido vítima de violência de alguma forma (nesse momento, pode-se ser aberto para a fala e depoimento dos alunos sobre experiência pessoal ou não, de ser vítima da criminalidade). Crimes desvendados ajudam a justiça a apontar o verdadeiro culpado ou inocentar pessoas. Crimes ocultos podem ser desvendados ou desmentidos. Mas o que a química tem a ver com elucidação de crimes e com a justiça? Ela realmente pode ajudar a polícia na investigação de criminosos ou culpados por cometer crimes?

Na primeira parte da apresentação será possível observar e entender como a química através da perícia criminal é tão importante para a sociedade assim como responder as duas perguntas feitas para a turma no momento de contextualização com o que seria abordado. Para a primeira pergunta a resposta é que a química como ciência forense está intimamente ligada à elucidação de crimes e 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. Para a segunda pergunta a resposta é sim, a química pode ajudar diretamente a polícia a solucionar crimes. Segundo Andrade, Bruni e Velho (2012), muitos são os casos em que os conhecimentos de química são indispensáveis para solucionar crimes, uma vez que são aplicados nos mais diversos tipos de vestígios.

Ao fim da primeira parte da apresentação, deve ser feito um momento de debate em relação ao que até então foi apresentado, no qual os alunos poderiam realizar perguntas e teriam espaço de fala para interagir com o tema e com todos dentro da sala de aula. Dentro da própria apresentação por Powerpoint, é possível anexar vídeos, e eles fazem parte do segundo momento da apresentação do tema gerador.

Logo após os momentos de fala, debate, questionamentos e o momento de reflexão feita sobre o papel da química forense no meio social, sugere-se a apresentação de um vídeo sobre a química forense e a sua história na química, assim também como as técnicas que a química forense utiliza. São mostrados o contexto histórico e a evolução da química forense ao longo

dos tempos e suas técnicas que foram se modernizando cada vez mais, assim como personagens importantes da história, que tiveram a morte sem explicações e suspeitas, mas com o passar dos anos pode-se revelar de forma mais precisa a verdadeira causa do óbito, como é o caso de Napoleão, que apenas uma mísera amostra de cabelo foi o suficiente para que uma morte causada por um câncer gástrico se transformasse em um suposto assassinato de envenenamento por arsênico.

Para essa aula serão necessários recursos como notebook e projetor.

### *Momento 2*

Na segunda aula continua-se o debate, um espaço pode ser aberto para perguntas dos alunos e, logo em seguida, dá-se início a apresentação de técnicas e experimentos químicos, que são realizados pelos químicos forenses. Também deve ser feita uma discussão sobre o papel desses profissionais na sociedade. Para aproximar os alunos e estimulá-los do tema em questão, é apresentada a série televisiva de grande sucesso e que já foi transmitida na TV aberta, CSI (*Crime Scene Investigation*), que aborda investigações policiais, nas quais os peritos criminais são grandes protagonistas no processo de elucidação de crimes cometidos.

No vídeo apresentado, será demonstrado as técnicas de química forense utilizadas para a identificação de criminosos. Entre as técnicas, serão demonstradas as técnicas de química analítica, uma área da química que trata da identificação ou quantificação de substâncias químicas. Durante a apresentação das técnicas é mostrada a utilização de aparelhos como cromatógrafo; cromatógrafo de gases; espectrofotômetro de absorção atômica e Ultravioleta para a identificação de substâncias e elementos químicos, todos esses métodos são utilizados para a resolução de crimes, esse vídeo pode ser encontrado no YouTube pelo link: <https://www.youtube.com/watch?v=V2XWSlwbHro>. Essas técnicas demandam na maioria das vezes uma estrutura laboratorial que não encontramos em escolas de ensino médio, somente em laboratórios designados a fazer análises forenses.

Por esse motivo, devem ser apresentados vídeos que demonstrem técnicas simples que podem ser facilmente empregadas, como o teste de sangue com o reagente Kastler-Meyer e o de impressões digitais, ambos retirados YouTube e podem ser facilmente encontrados. O do teste de sangue pode ser encontrado pelo link: <https://www.youtube.com/watch?v=K4iUcK5IRAI> e o das impressões digitais pelo link:

<https://www.youtube.com/watch?v=35Zi77JiXas>.

Exemplo de como a aula pode ser conduzida:

O profissional encarregado de utilizar a química na investigação criminal é conhecido como perito criminal, um policial atuante junto ao instituto de criminalística de cada Estado. Esse profissional domina diversas técnicas para verificar e posteriormente solucionar crimes. Séries televisivas como CSI mostram alguns desses peritos trabalhando, desde a análise da cena do crime a exames laboratoriais (logo em seguida, deve ser mostrada uma cena da série, em que os peritos criminais estão utilizando técnicas químicas para desvendar crimes). A cena escolhida faz parte da 11ª temporada do 5º episódio, e é intitulada de “*Casa dos Ambiciosos*” onde o grupo de perícia se depara com uma mulher que sofre de uma condição chamada “acumulação”, os famosos acumuladores. A referida mulher, torna-se suspeita de um assassinato quando um cadáver é encontrado enterrado em baixo de pilhas de lixo e entulho da sua casa. No episódio é usado técnicas para identificação de sangue na casa com a técnica do luminol, assim como a análise papiloscópica para a identificações de digitais, visto o estado do cadáver. A série contém diversos episódios que também podem ser utilizados para demonstrar um pouco o papel do perito.

O ideal é que para esse momento sejam reservadas duas aulas. Serão necessários recursos como notebook e projetor.

### *Momento 3*

O terceiro momento é a parte experimental. Mas antes disso, já deve ter sido montada uma “cena de crime”, na qual os alunos terão que criar hipóteses sobre o que teria ocorrido ali. Aí entra a estratégia da experimentação investigativa. A experimentação pode ser usada para demonstrar os conteúdos trabalhados, mas utilizar a experimentação na resolução de problemas torna a atividade mais atraente para o aluno, despertando sua curiosidade e aumentando sua motivação para a aprendizagem.

Contudo, para que isso ocorra, é preciso desafiá-los com problemas reais; motivá-los e ajudá-los a vencer os problemas que parecem invencíveis; proporcionar a cooperação e o trabalho em grupo; avaliar não em um ponto de vista de apenas dar uma nota, mas com o propósito de criar ações que intervenham na aprendizagem (Hoffmann, 2001; Perrenoud, 1999; Luckesi, 2003).

Depois de analisarem a cena do crime e construírem as hipóteses, a seguinte pergunta é feita: Essa hipótese é válida como prova para a justiça somente com a observação ou é melhor para fins judiciais que existam as provas da perícia científica também? Considerando que a

perícia científica tem um papel crucial para a elucidação de crimes, os alunos são direcionados para o laboratório, onde ocorrerá a atividade experimental.

Foram selecionados quatro experimentos para serem realizados. Primeiro, o teste de sangue com o reagente Kastler-Meyer, para poder identificar a presença de sangue, os alunos vão ter que observar atentamente e relatar se houve mudança de coloração.

O segundo experimento, é o da Identificação de digital com o vapor de Iodo, para isso sugere-se a utilização da digital de 3 alunos aleatórios e um deles será o “culpado” de cometer o crime. Caberá aos alunos observarem bem a imagem das digitais dos suspeitos e a imagem que apareceu na placa de vidro depois da sublimação do iodo, fazer a comparação correta e identificar o criminoso.

O terceiro é a extração do DNA, a prova de DNA é determinante na hora de revelar o verdadeiro culpado de um crime, a experiência será feita com saliva do culpado, apenas para atestar que o mesmo é o responsável pelo crime. Para aproximar a prática realizada com aquela que é realizada pelos peritos, pode-se fazer a coleta de saliva e depois apresentar alguns slides sobre as etapas que são feitas em uma análise real. O experimento da extração de DNA da saliva está descrito no item 4.3.3 deste trabalho.

A saliva em uma cena de crime pode ser encontrada em diversos objetos como copos, ponta de cigarro, envelope, garrafas, talheres e até lesão por mordida (PINHEIRO, 2004). Na forma seca (mancha) pode-se coletar a saliva com o auxílio de um *swab* ou gases umedecidos em água destilada e deixar secar em temperatura ambiente, armazenar em caixa de papel ou envelope e transportar também em temperatura ambiente (PINHEIRO, 2004). Se o vestígio se encontrar em objeto no qual o transporte é possível como copos, ponta de cigarro, envelope, garrafas, talheres, goma de mascar e guardanapos, coloca-se o objeto em um envelope e papel vegetal, utilizando pinça e luva para o manuseio. Tem que ter o máximo de cuidado para que a mancha do vestígio não seja danificada por atrito durante o transporte (JOBIM, 2003).

Na extração do DNA os peritos têm como objetivo solubilizar os ácidos nucléicos, processo realizado com a desintegração dos tecidos, e, por fim, separar o material insolúvel por meio de uma série de centrifugações (SALAZAR, et al., 1998). Para saliva a técnica mais adequada é a de Chelex, que é a mais rápida, fácil e eficiente (PINHEIRO, 2004). Uma das técnicas utilizadas por peritos criminais na identificação de DNA, do possível autor de um delito, é a eletroforese em gel, processo da técnica é demonstrado no tópico 2.3 na parte “identificação de DNA”. Como cada pessoa tem um DNA único, o perito forense realiza uma eletroforese de DNA da cena do crime e uma do DNA do(s) suspeito(s) e, em seguida, compara ambos, caso haja semelhança, fica possível identificar o autor do crime. Como a eletroforese

gera padrões de fragmentos moleculares, esses padrões de fragmentos de DNA geram uma espécie de “impressão digital genética” de um indivíduo, como o mostrado na Figura 7.

A eletroforese em gel é uma técnica que exige um aparato experimental difícil de se encontrado nos laboratórios de ensino médio. Neste caso, foi considerado apropriado a realização de um experimento de cromatografia em papel. Apesar das diferenças entre as duas técnicas, eletroforese em gel e cromatografia em papel, considerou-se importante propor um experimento mais simples, que realizasse também a separação de substâncias e que tivesse um efeito visual semelhante, ou seja apresentasse ao final um padrão de “fragmentos” (substâncias separadas) que fosse típico de determinado material e permitisse sua identificação.



**Figura 7 – Eletroforese em gel: faixas observadas dos fragmentos de DNA- “impressão digital genética”. Fonte: Moraes, 2021.**

A cromatografia tem sido desenvolvida e utilizada em diversos meios da ciência. Na Ciência Forense possibilita a análise e reconhecimento na detecção de drogas, análises toxicológicas sistemáticas, identificação da composição de alguns materiais (tintas de canetas e outros) e para identificar a causa morte. O teste sugerido utiliza a metodologia da cromatografia em papel para visualização e entendimento do processo de separação de misturas para a identificação de substâncias, o teste é feito com base na análise de tinta de canetas.

Os métodos cromatográficos são utilizados para separar misturas contendo duas ou mais substâncias ou íons, e baseiam-se na distribuição diferencial dessas substâncias entre duas fases: uma das quais é estacionária e a outra, móvel (Fonseca e Gonçalves, 2004). O surgimento de uma faixa de cor no papel do filtro, onde aparecerá uma ou mais cores, evidenciando, dessa forma, a quantidade de materiais presentes na composição da tinta das canetas utilizadas, algo

muito semelhante ao processo da eletroforese em gel utilizada por peritos, por esse motivo, é interessante a aplicação da cromatografia e a sua associação com a eletroforese em gel, pois, pode-se perceber que o princípio é o mesmo.

O mecanismo envolvido na cromatografia em papel é definido como participação da fase móvel (solvente orgânico) e fase estacionária (água presente na celulose) (NETO, 2004). A cromatografia em papel consiste em uma camada relativamente fina e plana e a fase móvel desloca-se por ação de capilaridade (SKOOG, 2002). Os componentes da amostra são separados entre a fase estacionária e a fase móvel em movimento no papel. Os componentes que têm capacidade de formar ligações (ou “pontes”) de hidrogênio migram mais lentamente (Collins e cols., 2006).

Sugere-se a utilização de slides para explicar aos alunos os conceitos envolvidos na técnica de cromatografia e então realizar a cromatografia em papel com as tintas de caneta, conforme está descrito no tópico 4.3.4 do trabalho.

Para esse momento é necessário um espaço fora da sala de aula para a cena do crime. Pode ser outra sala reservada na escola, que não esteja ocupada ou outro ambiente como a quadra ou o pátio. Uma boneca deverá ser usada como a “vítima” e uma faca será necessário para cortar um pedaço de carne bovina. No laboratório serão necessários todos os materiais e reagentes listados no tópico 4.3 desse trabalho.

Nessa etapa experimental do trabalho, o aluno se torna o principal protagonista do processo de aprendizagem e toma o papel de perito criminal na atividade proposta, sendo assim ele o responsável por verificar a cena do crime, analisar vestígios, e fazer os experimentos necessários para a elucidação do crime, tudo isso com caráter investigativo.

### *Cena do Crime*

Os alunos podem ter a experiência de atuar na coleta de evidências em uma cena de crime fictícia. A cena pode ser montada em uma sala ou em ambiente aberto dentro da escola. Os estudantes têm a visão da cena previamente montada: uma vítima no chão, com marcas de sangue, um pedaço de papel amassado próximo ao corpo, um copo no chão com um líquido derramado desconhecido e, fora do campo de visão, havia ainda uma faca suja de sangue, uma torneira de metal, um bilhete de loteria escondido no corpo da vítima e demais vestígios menos visíveis, como fios de cabelo, pegadas e impressões digitais espalhadas no local.

Sugere-se a divisão em grupos para coleta de evidências. Os estudantes devem ser organizados em cinco equipes e cada grupo deve receber uma pasta contendo informações

quanto à cena do crime e os roteiros das análises a serem realizadas. Os alunos assumem os papéis de investigadores (peritos) e após a análise dos dados são incentivados a formular hipóteses sobre a causa da morte da vítima. Os resultados das análises têm que ser discutidos em grupo para averiguar se estes tomaram as decisões apropriadas e agiram corretamente. Os experimentos estão descritos no tópico 4.3 do trabalho. Antes de entrarem na cena do crime, os grupos devem ser orientados quanto aos procedimentos que um perito criminal deve tomar ao entrar em um local de crime ou ilícito, ou seja, nunca tocar em nada, colocar os equipamentos de proteção individual, como luvas e máscara, por exemplo, fotografar a cena, procurar por vestígios deixados pelo criminoso para não contaminar o local e, em seguida, identificar as amostras encontradas para posterior análise em laboratório.

Os alunos dessa forma podem se sentir motivados a participar da atividade, podendo, assim, aplicar o conhecimento adquirido. No laboratório, com os materiais disponíveis para a realização dos testes qualitativos, poderão localizar as impressões digitais na carta encontrada no local, podem assim, indicar o primeiro suspeito, o “namorado da vítima”.

No local foram depositadas oito evidências, sendo estas: um líquido colorido em um copo, um copo com marcas, fios de cabelo, uma carta, sangue, um bilhete de loteria, uma faca e uma torneira. Os alunos podem identificar todas as marcas deixadas pelo suspeito. Revelar as impressões digitais, com o uso de uma “câmara de Iodo”, no bilhete de loteria e na carta. Testar também se o líquido vermelho encontrado no local seria sangue, assim como testar a lâmina da faca que continha líquido parecido com sangue, com o uso do reagente Kastle-Meyer disponível como material auxiliar nas investigações.

No que se refere ao DNA, os alunos podem ser indagados quanto aos materiais possíveis em que se pode encontrar material genético. Supõe-se que os alunos tenham um conhecimento prévio disso, pois foi citada na apresentação do tema gerador a saliva, o cabelo com bulbo capilar, o sêmen e o sangue. Para o Teste DNA, o “namorado” da vítima como o principal suspeito foi o alvo da análise, para isso, foi escolhido aleatoriamente um aluno da turma para apenas representar o culpado. A prática experimental da extração do DNA deve ser feita com a saliva do mesmo.

Os resultados da “investigação” deveram ser apresentados em um “relatório da investigação criminal”, no qual, tem que ser apresentadas as hipóteses que foram levantadas, as evidências que foram coletadas, a descrição dos resultados de cada experimento, e por fim, com base nesses dados propor um provável “culpado” de ter cometido o crime.

O enredo pode contribuir para o desenvolvimento da capacidade de investigação, formulação de hipóteses e raciocínio lógico dos alunos, bem como da análise crítica da situação encontrada.

Para esse momento o ideal é que se tenha tempo de dois ou três aulas.

#### *Momento 4*

Nesta etapa o professor deve propor atividades que permitam aos alunos relacionar os experimentos realizados com os conteúdos estudados em sala de aula. Cada experimento cria a oportunidade para se abordar diversos assuntos do conteúdo de química, podendo assim ser utilizado como instrumento para contextualizar o ensino de química.

Como atividade, sugerimos o estudo dirigido, no qual o professor através da indicação de textos selecionados e de questões discursivas, qualitativas e/ou quantitativas, deverá levar o aluno a perceber as conexões entre os tópicos de química inseridos nas atividades experimentais e aqueles que fazem parte dos conteúdos “formais” da disciplina de química no ensino médio.

A seguir apresentamos alguns conteúdos de química do ensino médio, abordados em sala de aula, que estão relacionados à atividade de experimentação investigativa realizada no momento 3.

### **CONTÉUDOS QUE PODEM SER ABORDADOS EM CADA EXPERIÊNCIA**

#### ***Experimento do teste de sangue realizado pelo reagente Kastle-Meyer***

Um dos ensaios muito empregados por profissionais da área é o que utiliza o reagente de Kastle-Meyer. O preparo da solução já possibilita ao professor contextualizar a prática com a teoria vista em sala de aula, pois aborda mais de um conceito químico. De maneira simples, adiciona-se hidróxido de sódio em água destilada e um indicador ácido-base, a fenolftaleína, que tem a faixa de viragem em pH acima de 8, adquirindo coloração rósea ou violácea intensa. Podem ser estudadas, neste momento, definições de ácidos e bases, bem como substâncias indicadoras e suas faixas de pH. Em seguida, adiciona-se zinco metálico em pó a solução básica, a qual é aquecida em fogo brando, sendo possível visualizar o desaparecimento da cor vermelha, dando lugar a uma solução incolor. Essa é uma oportunidade de explorar conceitos de oxirredução, pois a solução torna-se transparente devido ao hidrogênio nascente que é dotado de propriedades redutoras e reduz o indicador, como mostrado na figura 2 (Equação 1). Ao se adicionar o peróxido de hidrogênio, a atividade catalítica das moléculas da hemoglobina (Hb) entram em ação e decompõem o peróxido de hidrogênio em água e oxigênio nascente (Equação

3), que por sua vez reage com a fenolftaleína, convertendo-a em sua forma oxidada, que apresenta a coloração rósea/violácea inicial, como mostrado no esquema da reação da Figura 2 (Equação 2).

### ***Experimento do Vapor de Iodo para revelar impressões digitais***

Com esta prática o professor pode tratar o assunto Forças Intermoleculares. As forças de atração que governam o princípio químico das impressões digitais são as forças de dispersão de London, ou segundo alguns autores, forças de Van der Waals. Pode-se trabalhar também as outras forças como dipolo-induzido e as ligações de Hidrogênio. O professor pode ainda retomar o conteúdo de mudanças de estados físicos, referindo-se à propriedade de sublimação do iodo.

### ***Experimento da Extração do DNA***

O professor tem a possibilidade de explorar vários conteúdos nesta prática, como por exemplo, ligações químicas e forças intermoleculares, já que a técnica emprega a adição de NaCl, substância iônica, que em solução interage com as moléculas de DNA, que apresenta ligações covalentes e pontes de hidrogênio, e assim favorece a extração do DNA. Mais especificamente, os íons positivos do sal neutralizam a carga negativa do DNA, e os íons negativos as histonas, permitindo que o complexo DNA-Histonas se forme e então se enovele. Se não fosse a presença do sal, ele poderia desintegrar-se. O conteúdo de densidade também pode ser utilizado, pois o sal aumenta a densidade do meio, o que facilita a migração do DNA para o álcool. O uso do detergente afeta a permeabilidade das membranas, que são constituídas, em parte, por lipídeos. Com a ruptura das membranas os conteúdos celulares, incluindo as proteínas e o DNA, são liberados e dispersam-se na solução. O conceito de solubilidade se encaixa na última parte do experimento, pois o DNA não se dissolve no álcool. Como resultado, ele aparece à superfície da solução aquosa, porque é menos denso do que a água, porém mais denso que o etanol, permanecendo, portanto, na interface entre os dois líquidos.

### ***Exemplo De Sugestão Do Estudo Dirigido***

Para Veiga (2013), o estudo dirigido é uma técnica que compreende a elaboração de um roteiro de estudo para que os estudantes executem as etapas definidas de forma sistemática e

organizada, de maneira que possam compreender, interpretar, analisar, avaliar e criar/aplicar o conteúdo abordado no roteiro proposto.

Para a exemplificação do estudo dirigido, optou-se pelo conteúdo de ácidos e bases que podem ser contextualizados no experimento conforme visto acima.

O estudo dirigido permite a consulta de material didático (livros, apostilas, anotações no caderno e tabela periódica). Nesse exemplo, utilizaremos o livro “Ser Protagonista 2” e pode-se trabalhar com o capítulo de número 11 (A força dos ácidos e das bases) do livro, das páginas 206 à 216, na qual encontra-se textos e conceitos químicos sobre a acidez e basicidade de compostos.

Com base nos textos e nos conceitos explicados no livro, pode-se aplicar exercícios para colocar em prática o que foi aprendido.

### ***Exercícios Sobre Acidez E Basicidade Dos Compostos***

1. Classifique os seguintes compostos como ácido e base de Arrhenius. Justifique com a equação de ionização.
  - a) Ácido Clorídrico
  - b) Sulfeto de Hidrogênio
  - c) 1-propanol
  - d) Hidróxido de Alumínio
  - e) Ácido propanoico
  - f) Fenol
2. Considere as equações dos compostos da questão acima e defina os compostos segundo a teoria de ácido-base de Bronsted-Lowry.
3. Organize os compostos propano, propeno, propino em ordem de acidez decrescente, Justifique.
4. Qual dentre os seguintes ácidos é o mais forte? Explique o raciocínio que levou a sua escolha.
  - a) Ácido cloro acético ou ácido dicloro acético?
  - b) Ácido flúor acético ou ácido bromo acético?

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A química para a maioria dos alunos é vista como uma ciência descritiva, baseada em símbolos, regras, fórmulas e reações, pois se esqueceram de lhes mostrar o real papel dessa ciência no cotidiano. A abordagem CTS, que desenvolve a contextualização da ciência forense, e o emprego da experimentação lúdica investigativa, podem tornar o conteúdo menos teórico e motivar a participação dos alunos. Dessa forma, a contribuição desse trabalho foi propor uma Sequência Didática, integrando diversos recursos didáticos, na qual foi inserida atividades práticas e lúdicas em sala de aula, no intuito de ajudar o aluno a observar a relevância dos conteúdos estudados, incentivando e favorecendo o seu aprendizado de química.

Acreditamos também, que a SD proposta pode melhorar a compreensão dos conteúdos abordados, uma vez que permite observar a relação entre a Química e aspectos do mundo real. É relevante fazer com que os alunos aprendam conteúdos de química no Ensino Médio, porém é necessário fazê-los perceber a importância desses conhecimentos na vida da sociedade, de modo que tenham uma real compreensão da importância da disciplina de Química, ampliando inclusive sua percepção de que ela está inserida não apenas em investigações criminais, mas nas diversas situações que encontramos em nosso cotidiano.

Vale ressaltar que para esse trabalho existiam pretensões mais ambiciosas, como a aplicação e a avaliação da SD em uma turma do ensino médio, contudo, devido à pandemia de COVID-19 isso não foi possível.

## 7 REFERÊNCIAS

ACEVEDO DÍAZ, J. A. **Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS**. Borrador, n.13, p. 26-30, 1996a. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/260540112> Cambiando la practica docente en la \_ensenanza de las ciencias a traves de CTS . Acesso em: 19 de Janeiro de 2020.

AIKENHEAD, G. **What is STS Science Teaching?** In: SOLOMON,J.; AIKENHEAD,G., STS Education: International Perspectives on Reform. New York: 1994, cap. 5.

ANDRADE, J.F.; BRUNI, A.T.; VELHO, J.A. **Introdução a Química Forense**. In: BRUNI, A.T.; VELHO, J.A.; OLIVEIRA, M.F. de. (Org.) Fundamentos de Química Forense: Uma análise prática da química que soluciona crimes. Campinas - SP: Millennium, 2012

AULER, D.; BAZZO, W.A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência e Educação**, v. 7, n.1, p.1-13, 2001.

AZEVEDO. M. C. P. S. **Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004, p. 19 – 33.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação - Câmara de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica**. Parecer CNE/CEB n. 7/2010. Brasília, 2010b. DOU de 9 julho de 2010, Seção 1, p.10.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação - Câmara de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Parecer CNE/CEB n. 5/2011. Brasília, 2011. DOU de 24 de jan. 2012, Seção 1, p. 10.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de educação. **Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMT, 1999.

BUSTAMANTE, J. **A integração da ciência, tecnologia e sociedade: o grande desafio da educação no século XXI**. Educação Brasileira, Brasília, v. 19, n. 39, p. 11-20, 1997.

CEBRID - Centro Brasileiro de Informações sobre Drogas Psicotrópicas. **Efeitos físicos agudos da cocaína**. [https://www2.unifesp.br/dpsicobio/cebrid/quest\\_drogas/cocaina.htm](https://www2.unifesp.br/dpsicobio/cebrid/quest_drogas/cocaina.htm) (acesso em 03/11/2020).

CHEMELLO, E. **Ciência forense: impressões digitais**. Química Virtual, dezembro 2006. Disponível em: <https://www.doccity.com/pt/ciencia-forense-impressoes-digitais/4705109/>. Acesso em: 03/11/2020.

CHEMELLO, E. **Ciência Forense: Manchas de Sangue**. Química Virtual, janeiro (2007). Acesso em: 03/11/2020.

CHEMELLO, E. **Ciência forense: exame de DNA**. Química Virtual. Jan. 2007. Disponível em: [http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2007mar\\_forense4.pdf](http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2007mar_forense4.pdf) Acessado em: janeiro de 2021.

COLLINS, C.H.; BRAGA, G.L. e BONATO, P.S. **Fundamentos de cromatografia**. Campinas: Ed. UNICAMP, 2006.

CRUZ, A.; RIBEIRO, V.; LONGHINOTTI, E. e MAZZETTO, S. **A Ciência Forense no Ensino de Química por meio da Experimentação Investigação e Lúdica**. Quím. Nova esc – São Paulo, 2016.

OLIVEIRA, M. **Química Forense: A Utilização da Química na Pesquisa de Vestígios de Crime**. Química Nova Escola. 2006.

DEWEY, J. **Democracia e educação**. 2. Ed. São Paulo: Companhia editora Nacional, 1952.

DIAS F., C.R.; ANTEDOMENICO, E. **A perícia criminal a interdisciplinaridade no ensino de ciências naturais**. Química Nova na Escola, v. 32, n. 2, p. 67-72, 2010.

DIAZ, José.. **La formación del profesorado de enseñanza secundaria y la educación CTS: una cuestión problemática**. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, Zaragoza, v. 26, p. 131-144, 1996b. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/28254930> La Formacion del Profesorado de Ensenanza Secundaria y la Educacion CTS una cuestion problematica. Acesso em: 26 maio 2006.

FARAH, S. B. **ADN segredos e mistérios** – São Paulo: Sarvier, 1997.

FARIAS, R. F. **Introdução à Química Forense**. 2ª Ed. São Paulo; Editora Átomo, 2008, p. 15.

FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R.; OLIVEIRA, R.C. **Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada**. Química Nova na Escola, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FONSECA, S.F. e GONÇALVES, C.C.S. **Extração de pigmentos do espinafre e separação em coluna de açúcar comercial**. Química Nova na Escola, São Paulo, n. 20, p. 55-58, novembro, 2004.

GAENSSLEN, R.E. (Ed.). **Sourcebook in forensic serology**. Unit IX: Translations of selected contributions to the original literature of medicolegal examination of blood and body fluids. Washington: National Institute of Justice, 1983a.

GAENSSLEN, R.E. **Sourcebook in forensic serology, immunology and biochemistry**. Washington: U.S. Government Printing Office, 1983b.

GIORDAN, M. **O papel da experimentação no ensino de ciências**. Química Nova na Escola, n. 10, p. 43-49, 1999.

HO, M. H. **Analytical methods in forensic chemistry**. Nova Iorque: Ellis Horwood, 1990.

HOFFMANN, J. **Avaliar para promover: as setas do caminho**. Porto Alegre: Mediação, 2001.

HUNSCHE, S.; DALMOLIN, A. M. T.; ROSO, C. C.; SANTOS, R. A. dos; AULER, D. **O enfoque CTS no contexto brasileiro: caracterização segundo periódicos da área de educação em ciências** - ISSN 21766940. In: VII ENPEC - s, 2009, Florianópolis. Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2009. v. único. p. 01-12.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N. e ESPINET, M. **Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales**. Enseñanza de las Ciencias, v. 17, n. 1, p. 45-60, 1999.

JESUS, Edislei Maria; VELOSO, Luana de Andrade; MACENO, Nicole Glock; MAIA, F.S. **Criminalística geral**. Fortaleza, 2012. Disponível em: [http://www.mpce.mp.br/esmp/apresentacoes/I\\_Curso\\_de\\_Investigacao\\_Criminal\\_Homic%C3%ADdio/02\\_Criminalistica\\_Geral\\_29\\_11\\_2012.pdf](http://www.mpce.mp.br/esmp/apresentacoes/I_Curso_de_Investigacao_Criminal_Homic%C3%ADdio/02_Criminalistica_Geral_29_11_2012.pdf). Acessado em: janeiro de 2021.

JOBIM, L.F. Identificação humana pelo DNA. In: FIGINI, A.R.L. et al. **Identificação Humana**. Campinas-SP, 2003. P. 241-322.

KOOLMAN, J., RÖHM, K. H. **Color Atlas of Biochemistry - New York**. Editora Thieme Stuttgart, 1996.

LIMA, V.A; MARCONDES, M.E.R. Atividades experimentais no ensino de Química: Reflexões de um grupo de professores a partir do tema eletroquímica. **Enseñanza de las Ciencias**, Número extra, 2005.

LUCKESI, C.C. **Avaliação da aprendizagem na escola: reelaborando conceitos e criando a prática**. Salvador: Malabares, 2003.

MACEDO, B.; KATZKOWICK, R. **Educação científica: sim, mas qual e como?** In: MACEDO, B. (Org.). *Cultura científica: um direito de todos*. Brasília: Unesco; MEC, 2003. p. 65-84.

MACHADO, P.F.L.; MOL, G.S. **Experimentando química com segurança**. Química Nova na Escola, n. 27, p. 57-60, 2008.

MARTINS, I. P. **Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v. 1, n. 1, p. 28-39, 2002. Disponível em [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC\\_1\\_1\\_2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_1_2.pdf). Acesso em: 19 de Janeiro de 2020.

MORAES, Paula Louredo. **Teste de DNA**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/biologia/teste-de-dna.htm>. Acesso em 05 de fevereiro de 2021.

NETO, Claudio C. **Análise orgânica: métodos e procedimentos para caracterização de organoquímios**. v. 2. Rio de Janeiro: UFRJ, 2004.

PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

PINHEIRO, M. **Genética Biologia forense e criminalística** In: Rangel, R; Magalhães, T. **Noções gerais sobre outras ciências forenses**. Porto, 2004. Disponível em: <http://docplayer.com.br/12546354-Noco-es-gerais-sobre-outras-cienciasforenses.html>. Acesso em: 03/01/2021.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M.C. F.; BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio**. Ciência & Educação, 2007, V. 13, n. 1, p. 71-84.

REIS, E.L.T; SARKIS, J.E.S.; RODRIGUES, C.; NETO, O. N. e VIEBIG, S. **Identificação de resíduos de disparos de armas de fogo por meio da técnica de espectrometria de massas de alta resolução com fonte de plasma indutivo**. Química Nova, v. 27, p. 409-413, 2004.

RICARDO, Elio Carlos. **Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar**. **Revista Ciência e Ensino**. v.1. Número Especial. Nov. 2007.

SAFERSTEIN, R. **Criminalistics: An Introduction to Forensic Science**. 7. ed. UpperSaddleRover, New Jersey, EEUU, 2001.

SANTOS, W. L.; SCHNETZLER, R. P. **Educação química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Editora Unijuí, 1997.

SANTOS, W.L.P.;SCHNETZLER, R.P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí, Editora Unijuí, 2003.

SKOOG, Douglas A. **Princípios de Análise Instrumental**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

SOUZA, Ísis Lidiane Nonato. **A Experimentação Investigativa no Ensino de Química: Reflexões de Práticas Experimentais a partir do PIBID**. EDUCERE XI Congresso Nacional, 2013, Curitiba.

STRIEDER, R. B.; SILVA, K. M. A.; FERNANDES SOBRINHO, M. e SANTOS, W. L. P. **A educação CTS possui respaldo em documentos oficiais brasileiros?** ACTIO: Docência em Ciências, v. 1, n. 1, p. 87-107, 2016.

STUMVOLL, V.P. e QUINTELA, V. **Criminalística**. Em: TOCHETTO, D. (Coord.). Tratado de perícias criminalísticas. Porto Alegre: Ed. Sagra-DC Luzzatto, 1995. p. 47-52.

TEIXEIRA, P. M. M. **A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-social e do movimento CTS no ensino de ciências**. Ciência & Educação, Bauru, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

TREVISAN, T. S.; MARTINS, P. L. O. **A prática pedagógica do professor de Química: possibilidades e limites**. UNIREvista, v. 1, n. 2, abr. 2006.

VEIGA, Ilma Passos Alencastro (Org.). **Técnicas de Ensino: por que não?** Campinas, SP: Papyrus, 2013. E-book.

ZABALA, A. **Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ARTMED, 1998

ZARZUELA, J.L. Química Legal. Em: TOCHETTO, D. (Coord.). **Tratado de perícias criminalísticas**. Porto Alegre: Ed. Sagra-DC Luzzatto, 1995. p. 164-169.

ZULIANI, S.R.Q.A. **Prática de ensino de química e metodologia investigativa: uma leitura fenomenológica a partir da semiótica social**. Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.