

O ensino de

# CIÊNCIA FORENSE

UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA



DENISE DOS SANTOS BATISTA  
MARCELO DE FARIA SALVIANO

2022



**PROFEPT**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

INSTITUTO FEDERAL DE BRASÍLIA  
CAMPUS BRASÍLIA

CADERNO PEDAGÓGICO


# O ENSINO DE CIÊNCIAS FORENSE: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA





## Sumário

1	Apresentação	4
2	Sequência de Ensino Investigativa (SEI)	7
3	Sequência Didática - Apresentação	10
3.1	Mesa Redonda	14
3.2	Conhecimentos da Biologia	23
3.3	Conhecimentos da Química	31
3.4	Conhecimentos da Física	38
3.5	Trabalhando o Caso Investigativo	45
3.6	Roda de Conversa	49
4	Avaliação	54
5	Referências Bibliográficas	59





# Apresentação

Prezado Professor (a),

Apresentamos a você um caderno pedagógico intitulado “O ensino de Ciência Forense: uma abordagem investigativa”. Trata-se de um produto educacional fruto de uma pesquisa de mestrado realizada no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (PROFEPT) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFB), localizado em Brasília/DF, assentado na linha de pesquisa Práticas Educativas em Educação Profissional e Tecnológica elaborado pela mestrande Denise dos Santos Batista sob a orientação do professor Dr. Marcelo de Faria Salviano.

Esse caderno pedagógico tem por objetivo apresentá-lo a uma sequência de ensino investigativa (SEI), bem como os pressupostos teóricos e metodológicos necessários para a sua construção. Baseada em uma perspectiva investigativa, ela teve como ponto de partida um caso investigativo relacionado à Ciência Forense em que os estudantes do terceiro ano do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Eletromecânica assumiram o papel de peritos criminais e percorreram as etapas de uma investigação científica para solucionarem o problema proposto.

Para tanto, foi necessária a apreensão dos conhecimentos das áreas da biologia, física e química além dos conhecimentos relacionados aos elementos estruturantes do processo investigativo e dos conhecimentos relacionados à produção de textos argumentativos.

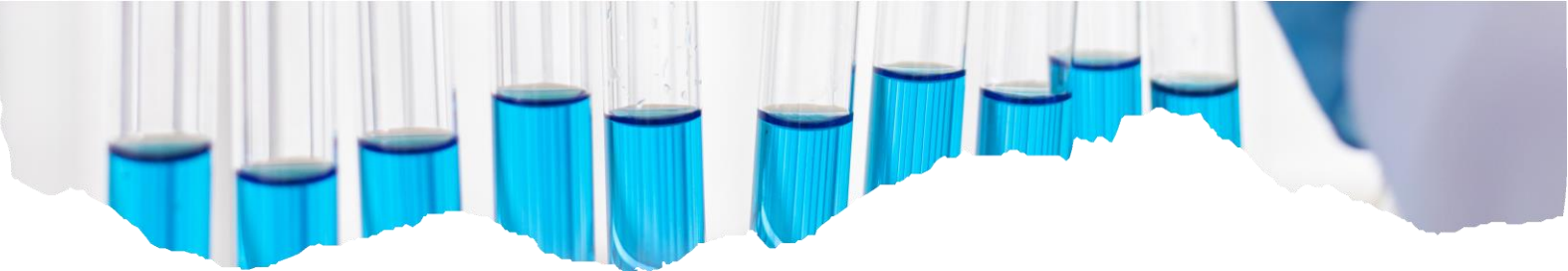


Tomando-se como referência a abordagem de ensino de ciências por investigação (EnCI), pretendeu-se aproximar os estudantes da cultura científica e, portanto, colaborar para a apropriação dos conhecimentos da ciência e sobre a ciência de modo que possam articulá-los em contextos sociais, potencializando a compreensão acerca da própria realidade e da sociedade o qual estão inseridos.

De modo a termos condições de criar um ambiente investigativo em que seja possível contribuir para o engajamento dos estudantes para as atividades e habilidades do Letramento Científico, recorreremos à proposta elaborada por Carvalho (2013) adaptada para o nosso contexto, ensino de ciências, assim como o ciclo investigativo de Pedaste et al (2015).

O instrumento em tela como material de apoio pedagógico para os docentes que pretendem trabalhar a partir da perspectiva investigativa busca sugerir, para o contexto de aulas de ciências, possibilidades de desenvolvimento de práticas pedagógicas que extravasam o contexto atual tendo em vista que prioriza que o estudante, no plano social da sala de aula, possa interagir com os objetos de aprendizagem de modo a compartilhar e negociar ideias, propor hipóteses para a resolução do problema, assim como elaborar justificativas baseadas nos conhecimentos científicos trabalhados, além da aquisição de competências sociais e de comunicação.


De posse dessas habilidades, os estudantes caminham no sentido de realizar investigações e intervenções em situações reais a partir da perspectiva científica tendo em vista que o ENCI proporciona uma aprendizagem a partir das dimensões “aprender ciência”, “aprender a fazer ciência” e “aprender sobre ciências”.



O caderno pedagógico está organizado em dois capítulos: o primeiro refere-se aos pressupostos referenciais para a elaboração e implementação de uma sequência de ensino investigativa e, por último, a SEI aplicada ao contexto da nossa pesquisa como estratégia pedagógica para suscitar habilidades do LC a partir do processo investigativo.

Salientamos que o tema aqui proposto serviu de pano de fundo para a investigação a que se propôs. Porém, o docente pode, conforme a necessidade e realidade do seu trabalho, implementá-lo em vários contextos e níveis de ensino de modo que os pressupostos teóricos e metodológicos dessa abordagem sejam contemplados.

Em vista do que foi dito, destacamos que a referida proposta se caracteriza como um recurso didático com o objetivo de promover aos professores e aos estudantes um estímulo para o processo de ensino e aprendizagem no contexto das aulas nas disciplinas de biologia, física e química na medida que se desenvolve um ambiente de interação a partir do processo investigativo.

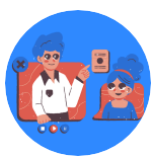


# Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

A SEI a que se propôs esse trabalho procurou dialogar com os pressupostos da investigação bem como os da argumentação a partir do EnCI no contexto das disciplinas de biologia, física e química.

De modo a criar um ambiente investigativo onde fosse proporcionar aos estudantes atividades relacionadas ao questionamento, a investigação e a resolução do caso investigativo proposto propusemos essa estratégia de ensino de acordo com a proposta de Carvalho (2013) adaptada para o nosso contexto, ensino de ciências e Pedaste et al (2015).

Baseados em pressupostos próprios da epistemologia da ciência, como a produção, comunicação, avaliação e legitimação de ideias (Sasseron, 2020), Carvalho (2013) sugere que na elaboração de uma sequência didática que visa a investigação sejam consideradas as seguintes etapas:



## **PROPOSIÇÃO DO PROBLEMA**

De cunho experimental ou não, o seu objetivo é engajar os estudantes na sua resolução ao mesmo tempo que direciona as atividades pedagógicas.



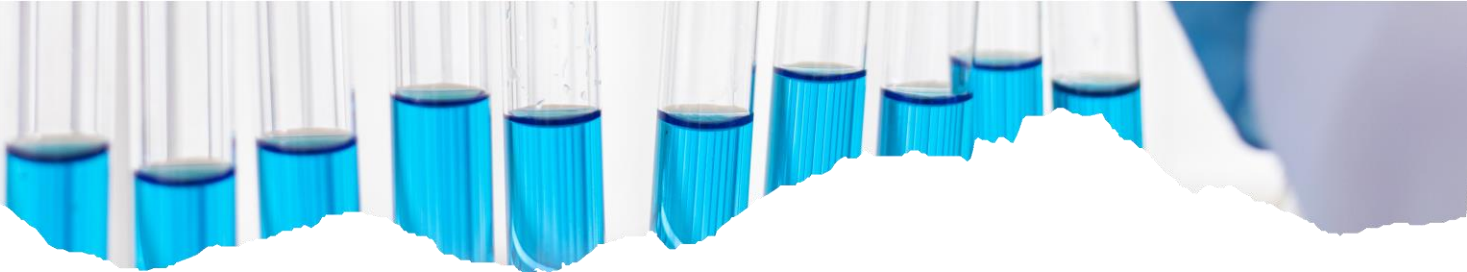
## **SISTEMATIZAÇÃO**

Refere-se ao momento no qual os estudantes são convidados a (re) construir o seu conhecimento em torno do tema e/ou conteúdo que estão sendo trabalhados pelos docentes.



## **CONTEXTUALIZAÇÃO**

Momento no qual os estudantes têm a oportunidade de relacionar os conhecimentos científicos às situações do seu cotidiano.



Outro ponto a ser destacado na elaboração da SEI é como os estudantes serão avaliados. Além de destacar a necessidade de uma atividade avaliativa a cada ciclo, Carvalho (2018) nos orienta que ela seja formativa de modo que tanto os estudantes quanto o professor possam avaliar se estão ou não aprendendo e também possibilitar que esse último possa direcionar, a partir dos resultados, a sua prática pedagógica.

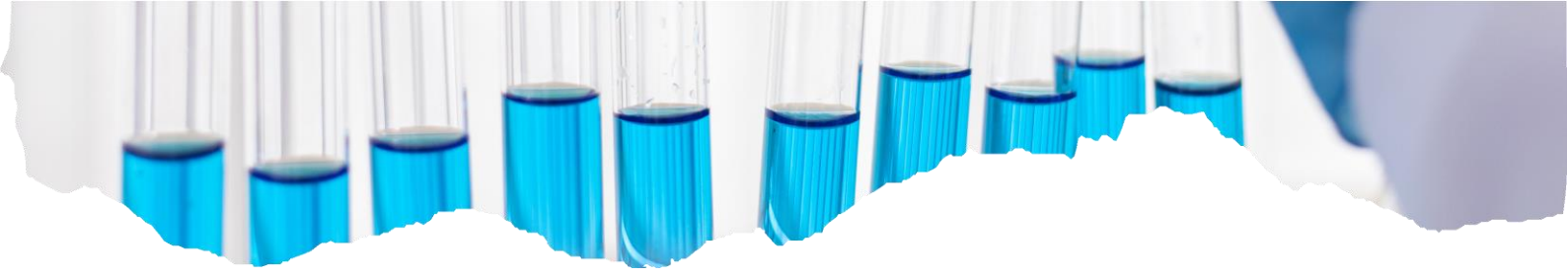
A SEI também deve permitir “interações com outros mais experientes nos usos das ferramentas intelectuais” (CARVALHO, 2018, p. 5) principalmente aquelas entre docente e estudante, uma vez que a partir delas é possível suscitar habilidades argumentativas e, por consequência, ao letramento científico.

Tomando como parte do processo as interações circunscritas nessa perspectiva de ensino e considerando o papel essencial dos estudantes nessa abordagem, recorreremos, também, ao estudo de Pedaste et al (2015) acerca do EnCI para a elaboração e aplicação das atividades investigativas no contexto da nossa pesquisa.

Pedaste e colaboradores (2015) propuseram o “Ciclo Investigativo” cuja estrutura alcança tanto as características dos ciclos de investigação do ponto de vista da aprendizagem, ou seja, a partir da perspectiva do estudante, quanto o seu processo de desenvolvimento, como explicitado abaixo:

- ◆ **Orientação:** O docente apresenta o tema que norteará a investigação ao mesmo tempo que estimula a curiosidade dos estudantes para explorá-lo;
- ◆ **Conceituação:** Os estudantes são estimulados a elaborar as questões de investigação e a proporem as hipóteses;






- ◆ **Investigação:** os estudantes coletam dados e informações por meio das mais diversas estratégias em resposta ao problema e as questões levantadas para estabelecer algumas interlocuções teóricas;
- ◆ **Conclusão:** a partir do processo de reflexão e discussão os estudantes elaboram as suas explicações de acordo com os conhecimentos adquiridos.

Salientamos que as subfases de discussão, reflexão e comunicação permearam todo o processo investigativo.

No próximo capítulo apresentaremos a SEI desenvolvida no contexto da nossa pesquisa, assim como as etapas que a compuseram.

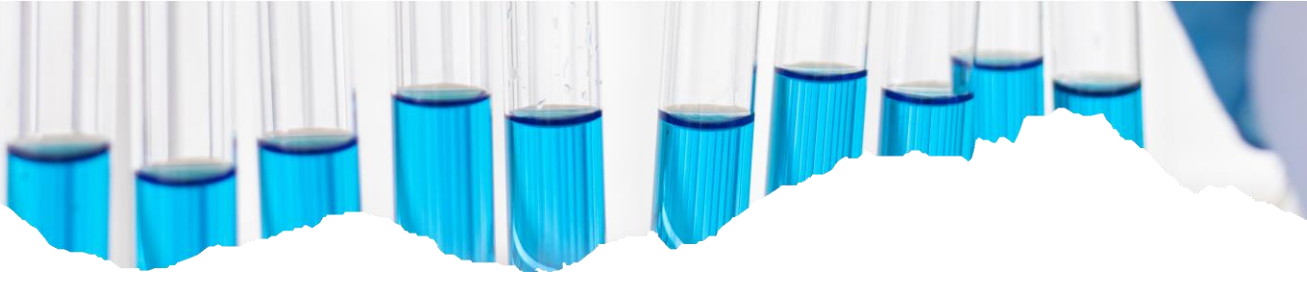


# SEI - O ensino de Ciências Forense: Uma Abordagem Investigativa

Tendo em vista as dificuldades que os estudantes apresentam no tocante à compreensão da linguagem científica; explicação dos fenômenos cientificamente além de não apresentarem os conhecimentos e habilidades científicas apropriadas para compreender a natureza da ciência e o seu papel na sociedade, nos propusemos nesse trabalho a realizar uma sequência de ensino com pressupostos investigativos de modo a suscitar competências do Letramento Científico bem como o engajamento nas disciplinas de biologia, física e química.

De modo a tornar as aulas mais atrativas e contextualizadas, elaboramos um caso investigativo como situação problema cuja temática inseriu-se no cenário de crimes e, portanto, envolveu a Ciência Forense.

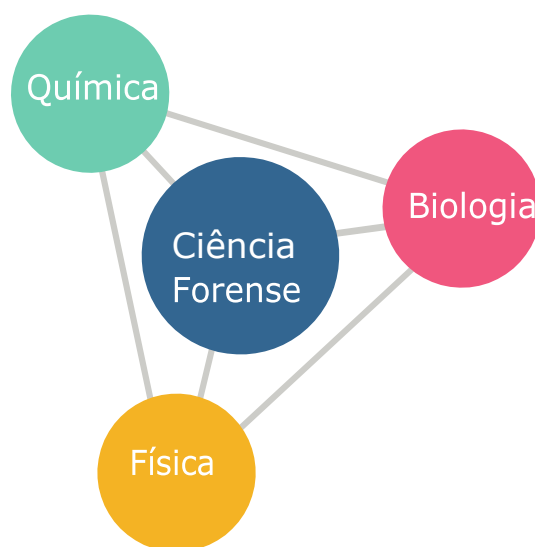
Santos e Ribeiro (2020) pontuam que o interesse nessa área vai além das esferas oficiais. Com a exibição de séries americanas como CSI (*Crime Scene Investigation*), esse assunto tem despertado o interesse nos jovens e também tem se apresentado como estratégia potencial para o ensino de ciências, uma vez que, para sua compreensão, é necessário se aproximar de conteúdos de diversas áreas de conhecimento.



Assim, as atividades propostas seguiram uma sequência de seis etapas: a primeira etapa diz respeito ao momento destinado à apresentação do tema e do caso investigativo aos estudantes. As etapas dois, três e quatro, abordamos os conhecimentos das áreas de biologia, física e química, respectivamente. A quinta objetivou a sistematização do conhecimento assim como a produção do texto e, por último, etapa 6 foi o momento no qual os estudantes tiveram a oportunidade de comunicar e debater seus resultados. A seguir serão apresentadas todas essas etapas bem como seu detalhamento.



3 ° ANO DO CURSO TÉCNICO INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO EM  
ELETROMECAÔNICA



**Objetivo Geral:**

- Contribuir para o Letramento Científico a partir do ensino de ciências por Investigação.

**Objetivos Específicos:**

- Estabelecer relação entre os conceitos físicos, químicos e biológicos para a resolução dos casos investigativos;
- Discriminar técnicas utilizadas pela perícia criminal; Analisar perfis genéticos;
- Reconhecer a importância de Bancos de Perfis Genéticos Criminal; Especificar as hipóteses relacionadas ao caso investigativo; Apontar as evidências para a resolução dos casos investigativos; Formular explicações para as hipóteses;
- Relacionar as explicações com o conhecimento científico;
- Comunicar e justificar as estratégias de resolução dos casos investigativos; Desenvolver práticas de leituras, escrita e pesquisa que habilitem a aprendizagem e argumentação;
- Desenvolver atitudes científicas (questionar, investigar, resolver problemas e construir explicações);
- Perceber a dimensão coletiva do trabalho científico; Discutir a natureza da Ciência.



## INDICAÇÕES PARA O SEU DESENVOLVIMENTO

A sequência de ensino por investigação (SEI) aqui proposta pode ou não estar relacionada ao cronograma e aos conteúdos do currículo. Uma vez considerada para aplicação durante o desenvolvimento das aulas, sugere-se que seja desenvolvida de acordo com o que será exposto.

Por outro lado, se a opção dos professores envolvidos for por atividades paralelas ao currículo, sugere-se que o desenvolvimento dos processos de investigação e de construção dos textos seja no período oposto ao das atividades regulares da escola.

De todo modo, ao considerar a interdisciplinaridade na estratégia elaborada, é importante somar às atividades próprias das áreas de conhecimento da biologia, da física e da química, aquelas com o objetivo de desenvolver o processo argumentativo e investigativo.

Os casos investigativos propostos atuarão no gerenciamento de todas as atividades, sejam elas durante ou paralelas à SEI. Despertada a curiosidade, os estudantes, como peritos criminais, desenvolverão atividades próprias do fazer científico (observar, levantar dados, pesquisar, discutir o(s) problemas, aplicar os conhecimentos científicos para resolvê-los; apresentar soluções utilizando a linguagem científica, argumentar e contra-argumentar, julgar os resultados obtidos, confrontando-os com os seus pares e comunicá-los, de forma escrita e oral) de modo que ao exercitarem essas habilidades estarão mais próximos de desenvolver atitudes investigativas perante a realidade, buscando, sobretudo, soluções e propondo alternativas para questões de relevância pessoal e social.

# MESA REDONDA DESVENDANDO A CIÊNCIA

## OBJETIVOS DA AULA

- ◆ Identificar a importância do trabalho interdisciplinar;
- ◆ Relacionar os produtos da ciência e o impacto destes na sociedade;
- ◆ Identificar a importância da ciência forense na elucidação de crimes;
- ◆ Relacionar as palavras da tempestade de ideias com as técnicas utilizadas em laboratório e em campo por uma perita criminal; relacionar as técnicas com o caso investigativo.

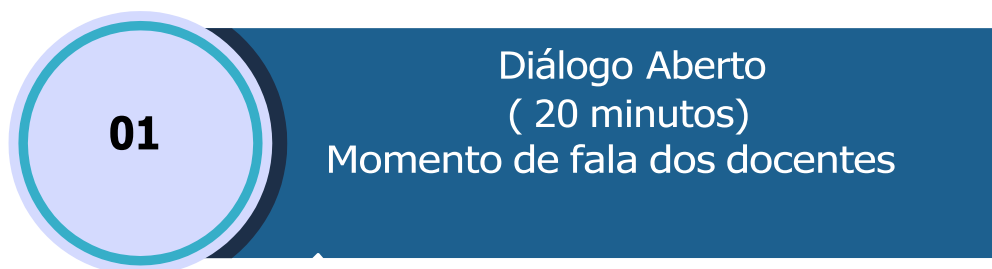
## CONTEÚDO(S)

Ciência Forense e suas implicações - contextualização

## RECURSOS

Computador, internet, *MindMeister*, apresentação google e roteiro para Resolução do Caso Investigativo e caso investigativo: Há Crime Perfeito?.

## ATIVIDADES

A graphic for activity 01. It features a light blue circle with the number '01' inside, positioned on the left. To its right is a dark blue rectangular box containing the text 'Diálogo Aberto ( 20 minutos) Momento de fala dos docentes' in white font.

**01** Diálogo Aberto  
( 20 minutos)  
Momento de fala dos docentes

Neste primeiro momento contaremos com a presença dos docentes de biologia, física e química para um debate aberto cuja temática inicia-se com a importância das ciências e o impacto de cada uma das áreas para a elucidação dos casos investigativos.

Esse olhar diversificado sobre os conhecimentos da ciência e sobre a ciência permitirá, de certo modo, restabelecer a unidade dos conhecimentos que serão trabalhados durante a sequência de ensino investigativo assim como permitir que os estudantes tomem conhecimento de como as questões científicas em debate podem ser inspiradoras para problematizar a realidade a qual pertencem e, sobretudo, desenvolverem métodos para solucionar problemas reais.

# MESA REDONDA

## DESVENDANDO A CIÊNCIA

**02**

Motivação e  
Levantamento de Conhecimentos  
Prévios  
(30 minutos)

No segundo momento, atividade 2, procuraremos preparar os estudantes para compreender o que será estudado e, para tanto, lançaremos mão de uma tempestade de ideias para a identificação dos conhecimentos prévios acerca da ciência forense e o processo investigativo a partir do MindMeister. Nesse, a pergunta “O que você entende por Ciência Forense?” norteará as discussões com a perita que ocorrerá na atividade 3.

**03**

Problematização Inicial -  
Como a Ciência Forense está  
relacionada com a elucidação de  
crimes? (60 minutos)

Esta etapa a qual chamamos de problematização inicial, contará com a presença de um(a) perita criminal, que contribuirá para instigar discussões e debates acerca de elementos da perícia criminal. Neste momento, os estudantes terão a oportunidade de, a partir de um diálogo aberto, conhecer a profissão de um perito criminal, quais atividades desenvolvidas por ele, a importância dessa área para as investigações criminais e estabelecer relações com o que propuseram como respostas na tempestade de ideias e confrontá-las com o que está sendo exposto pela perita.

# MESA REDONDA

## DESVENDANDO A CIÊNCIA

**04**

Apresentação da Situação  
Problema  
Caso Investigativo  
(20 minutos)

Apresentaremos aos estudantes os casos investigativos. Um aluno da turma será convidado a realizar a leitura de modo que todos possam ouvi-lo e anotar as principais dúvidas que possam surgir.

Em seguida, o professor dividirá a turma em 6 grupos de cinco alunos e os solicitarão que elejam um líder por grupo. Feito isso, será explicado como será construído o roteiro para a resolução do caso investigativo e as datas para entrega deste e da apresentação oral.

**05**

Elementos Estruturantes da  
Investigação  
Exposição Teórica  
(20 minutos)

Será explanado aos estudantes cada uma das etapas estruturantes do processo investigativo: planejamento, definição de hipóteses, possibilidades de resolução, sistematização e contextualização do conhecimento, produção argumentativa e comunicação oral. Salientando que em cada uma das aulas da sequência essas etapas serão retomadas para que eles tenham a oportunidade de discutir e apresentar ao docente o andamento das atividades para a resolução do caso investigativo proposto.



# PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

## 1ª ETAPA

### ATIVIDADE 1 - DIÁLOGO ABERTO

Neste momento, independentemente das aulas que servirão de apoio para o debate, sejam elas as de biologia, as de física ou as de química, já que se trata de um trabalho interdisciplinar, o professor regente iniciará como mediador da mesa de modo que possa orquestrar as falas e os diálogos que se seguirão.

### ATIVIDADE 2 - LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

#### **1. Com o uso de tecnologias digitais (computadores, tablets ou celulares)**

1º) O professor disponibilizará o link do *MindMeister* aos estudantes de modo que possam acessá-lo e inserir suas concepções alternativas ou conhecimentos prévios acerca do tema em debate. Para tanto, os estudantes serão instruídos de como a ferramenta poderá ser utilizada ao mesmo tempo em que as perguntas norteadoras serão explicitadas;

2º) Finalizado o tempo destinado às contribuições dos estudantes, o professor projetará no quadro o mapa que foi construído por eles simultaneamente e, em seguida, as lerá para que tenham uma visão mais detalhada do que foi inserido no mapa construído.

#### **2. Sem o uso de tecnologias digitais**

1º) O professor organizará a sala em formato circular e indicará um aluno para realizar as inscrições das falas e cronometrar o tempo;

2º) Ele também escreverá as perguntas norteadoras da dinâmica no quadro e as concepções alternativas ou conhecimentos prévios dos estudantes acerca do tema.

# PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

## 1ª ETAPA

3º) Com a ajuda dos estudantes, o docente organizará e categorizará as ideias surgidas durante a atividade;

4º) Finalizado o tempo destinado às contribuições, o professor as lerá para que tenham uma visão mais detalhada do que foi inserido no mapa construído.

Questões norteadoras para a discussão:

- O que você entende por Ciência Forense?
- Como a Ciência Forense estaria relacionada com a investigação criminal?
- Conhece alguma técnica utilizada na área forense? Se sim, qual ou quais seriam e por qual meio obteve essa informação?

### **ATIVIDADE 3 - PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL COMO A CIÊNCIA FORENSE ESTÁ RELACIONADA COM A ELUCIDAÇÃO DE CRIMES?**

1º) Caso o profissional, perito criminal, não esteja no local de debate, convidá-lo e apresentá-lo aos estudantes;

2º) O perito deverá ser instruído previamente acerca da proposta do trabalho e das atividades que comporão toda a sequência de ensino investigativa de modo que possa planejar a sua fala em torno dos seguintes aspectos: apresentação de conceitos iniciais, local do crime, ciência forense, perfil do profissional e técnicas utilizadas na área forense, diferença entre evidência e vestígio, coleta de materiais, áreas afins, laudo pericial e etc.

3º) Após o término da palestra, abre-se um momento de fala aos estudantes para que possam relacionar o que sugeriram como conhecimentos prévios com o que foi exposto pelo perito criminal.

# PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

## 1ª ETAPA

### ATIVIDADE 4 - APRESENTAÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA CASO INVESTIGATIVO: “HÁ CRIME PERFEITO?”

1º) O professor dividirá a turma em 5 ou 6 grupos, dependendo da quantidade de alunos, e os solicitará que elejam um líder por grupo;

2º) Entregar, para cada um dos estudantes, os casos investigativos;

3º) Convidar um aluno da turma, escolhido de forma aleatória ou indicado por eles, para a realização da leitura de modo que todos possam ouvi-lo e anotar as principais dúvidas que possam surgir.

4º) Esclarecer as eventuais dúvidas que possam surgir e explicar como deverá ser preenchido o roteiro para a resolução do caso investigativo e as datas para entrega deste e da apresentação oral;

Sugestão: a depender da disponibilidade de aulas de cada um dos professores envolvidos na SEI, propõe-se que, além daquelas, sejam realizados cinco encontros com cada um dos grupos, para serem trabalhadas cada uma das etapas descritas no roteiro para a resolução do caso investigativo, são elas:

Etapa 1: explorar o caso investigativo

Etapa 2: proposição de hipóteses

Etapa 3: proposição de procedimentos

Etapa 4: análise dos resultados obtidos

Etapa 5: construção do texto argumentativo

# PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

## 1ª ETAPA

### ATIVIDADE 5 - ELEMENTOS ESTRUTURANTES DA INVESTIGAÇÃO

Com o intuito de aproximar os estudantes de processos investigativos, é importante que o professor realize, mesmo que sucintamente, explicações acerca dos propósitos de ações na investigação, assim sejam: planejamento, definição de hipóteses, possibilidades de resolução, sistematização do conhecimento, produção argumentativa e comunicação oral para que os estudantes possam se familiarizar com essas atividades a fim de terem elementos para a construção do texto, atividade essa, objeto de comunicação, das soluções dos casos investigativos.

#### CASO INVESTIGATIVO: "HÁ CRIME PERFEITO?"

##### Caso 1

No mês de novembro de 2019 foi noticiado exaustivamente pelas principais emissoras do Local A um assalto a uma agência bancária da cidade. Em nota oficial, as autoridades de segurança afirmaram que estavam envolvidos três suspeitos fortemente armados com fuzis, que a ação durou mais de uma hora e fez uma refém deixada a poucos quilômetros do local, na região rural da cidade.

A polícia, até aquele momento, localizou um dos veículos usados na fuga, onde foi encontrada uma touca ninja, conhecida também como balaclava, e pequenas manchas avermelhadas.

Em depoimento, a refém afirmou que os bandidos fugiram em outro veículo de cor clara, o qual já estava à espera na região rural da cidade. A testemunha não soube relatar outras características do veículo.

##### Caso 2

Na cidade vizinha, Local B, após poucas horas do ocorrido no Local A, foi registrado, também, um assalto a uma das agências bancárias dessa cidade. Porém, nesse caso, os ladrões sequestraram a gerente do banco.

Em outro evento na região, os bombeiros acionaram a polícia após constatarem que no incêndio ocorrido nessa cidade havia uma vítima carbonizada com indícios de que estava amordaçada. No local do incêndio foi localizado ainda um documento de identificação de um homem, próximo ao portão da casa, e observou-se, ainda, gotas de sangue no quintal do imóvel.

Em vistoria preliminar, os bombeiros notaram que embora a qualidade dos materiais utilizados na instalação elétrica fosse adequada (condutores, disjuntores, tomadas, interruptores e quadro elétrico), o proprietário não se preocupou com o projeto elétrico e sua execução, o que provavelmente contribuiu para o incêndio.

# PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

## 1ª ETAPA

Em entrevista aos moradores próximos, uma das vizinhas apontou os seguintes fatos aos policiais quando lhe perguntaram:

Policial: - Você viu o que aconteceu?

Vizinha: - Eu notei gritos e um cheiro de fumaça muito forte. Quando saí à rua, observei que um carro de cor prata havia deixado o local do incêndio em alta velocidade com três pessoas.

Policial: - Você conhecia os moradores dessa casa?

Vizinha: - Não os conhecia, contudo esta casa estava para alugar há poucos dias atrás.

Mediante o relato dos policiais, o delegado daquela cidade resolveu imediatamente acionar o IGP (Instituto Geral de Perícias) na tentativa de buscar soluções para aqueles casos ocorridos na cidade de Goiás.

O Diretor do IGP da cidade, Paulo José, resolveu convocar a sua equipe de peritos criminais para relatar os fatos aos demais policiais:

- Na balaclava encontrada no veículo do primeiro roubo havia manchas vermelhas;
- A refém do assalto ao banco do Local A foi deixada com vida na região rural, a qual relatou que os bandidos embarcaram em um carro de cor clara.
- A gerente do banco sequestrada durante o assalto no Local B não foi localizada até então;
- Há uma vítima encontrada carbonizada com indícios de que estava amordaçada;
- No local do incêndio foi encontrado um documento de identificação e gotas de sangue no quintal;
- A vizinha ao local incendiado afirmou que viu três pessoas em um carro prata, saindo em alta velocidade, pouco depois de iniciado o incêndio.

Em vista dos fatos relatados até então, vocês como peritos criminais ficarão incumbidos de realizar um estudo técnico científico para elucidar os casos e, ao final das investigações, apresentarão um texto que constem as evidências e as análises realizadas pelo Instituto de Criminalística e Análise Forense.

# PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

## 1ª ETAPA

Quadro 1 - Atividades do Roteiro para Resolução do Caso Investigativo

Atividades	Descrição
<b>1ª. Etapa: Exploração do Caso Investigativo</b>	Leitura do caso investigativo; destacar as palavras desconhecidas; apresentar concepções prévias associadas ao tema proposto: Ciência Forense; Destacar as “pistas” encontradas no texto.
<b>2ª. Etapa: Proposição de Hipóteses</b>	Elaborar proposições afirmações/respostas), a partir das pistas encontradas na etapa anterior, para a resolução provisória do caso investigativo.
<b>3ª. Etapa: Proposição de Procedimentos</b>	Pesquisar referências envolvidas no problema (o processo de pesquisa estará voltado para a procura de evidências que comprovem, sustentem ou refutem as afirmativas elaboradas na etapa anterior); Considerar os resultados da pesquisa e relacioná-los com as hipóteses levantadas; esquematizar as possibilidades de resolução do caso investigativo (confrontar as ideias com os colegas, comparar, estabelecer relações e observar o que deve ser considerado para a resolução do caso investigativo).
<b>4ª. Etapa: Análise dos Resultados</b>	Considerar os resultados da pesquisa e relacioná-los com o caso investigativo; confrontar as ideias iniciais com as assumidas após a realização da pesquisa; verificar se responde ao problema/questão proposta; formular explicações para cada hipótese levantada e registrar as informações na ficha de planejamento.
<b>5ª. Etapa: Construção do Texto</b>	Construção do texto de acordo com as seguintes determinações: (I) apresentar as informações obtidas durante todo o processo de modo detalhado, sistemático e crítico; (II) Utilizar a linguagem científica (termos ou conceitos); (III) apresentar as Técnicas Forenses utilizadas; (IV) apresentar e explicitar as hipóteses trabalhadas; (V) relacionar logicamente os dados e as conclusões; (VI) Argumentar Cientificamente e (VII) aplicar as três áreas do conhecimento (biologia, física e química).

# CONHECIMENTOS DA BIOLOGIA

Nesta etapa, assim como nas demais, os estudantes terão a oportunidade de retomar alguns conhecimentos da biologia e, em específico, os da genética, particularmente por assumirem um papel importante na investigação e elucidação de crimes.

A biologia forense, como estratégia metodológica para o ensino de genética, nos servirá de apoio para a resolução dos casos investigativos uma vez que nele há vestígios de sangue, corpo carbonizado, impressões digitais e, portanto, se faz necessário abordar as técnicas de extração de DNA, PCR, análise dos perfis de DNA e banco de dados com perfis genéticos para que a perícia técnica, os estudantes, possa ter recursos para relacionarem os casos 1 e 2, sugestão de identificação de autoria ou autorias dos crimes e, por fim, na resolução dos casos em questão.

De modo a contribuir para a resolução dos casos investigativos, nesta etapa, serão abordados além das propriedades físico-químicas do DNA e sua forma de transmissão da herança genética, também os serão a detecção de polimorfismo presente nessa molécula para fins de identificação de suspeitos em casos de crimes sexuais, identificação humana, em testes de paternidade e os três tipos principais de testes utilizados na investigação forense (extração de DNA, amplificação pela técnica de PCR e análise/leitura dos perfis genéticos obtidos).

Levando em consideração as discussões que norteiam o armazenamento de uma grande quantidade de informações genéticas em banco de dados (Banco de Perfis Genéticos Criminal Brasileiro) e o seu uso no auxílio às investigações criminais, elucidação de crimes e identificação civil, sugere-se que esse tema seja alcançado uma vez que a vulnerabilidade de privacidade e a autonomia dos sujeitos analisados estão em jogo.

# CONHECIMENTOS DA BIOLOGIA

## OBJETIVOS DA AULA

- ◆ Extrair DNA do morango;
- ◆ Descrever as etapas de amplificação do DNA (PCR); Correlacionar
- ◆ a(s) evidências encontradas na cena do crime com a identificação de perfis genéticos;
- ◆ Analisar o polimorfismo genético;
- ◆ Explorar o caso Investigativo;

## RECURSOS

Protocolos de Extração de DNA; texto “O poder da informação Genética”; vídeo “Técnicas de Biologia Molecular - PCR; ficha de Planejamento - “Roteiro para a Resolução do Caso Investigativo”, computador, internet

## CONTEÚDO(S)

Propriedades físico-químicas do DNA, hereditariedade, polimorfismo genético (marcadores genéticos) e bioética.



# CONHECIMENTOS DA BIOLOGIA

## ATIVIDADES

### PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

Como é possível identificar pessoas a partir do DNA? Quais técnicas são utilizadas nesse processo?

Qual a importância da biologia na ciência forense?

### PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS - 2ª. ETAPA DA SEI

1. Inicia-se com a apresentação dos conteúdos e dos objetivos que serão trabalhados durante a aula;
2. Em seguida, retomando as questões debatidas no primeiro encontro e para fins de problematizar a importância da biologia para as investigações criminais e civis e na elucidação de crimes, os estudantes serão instigados a responder aos seguintes questionamentos: Como é possível identificar pessoas a partir do DNA? Quais técnicas são utilizadas nesse processo? Qual a importância da biologia na ciência forense? O quanto estariam seguras as informações nos bancos de dados genéticos?
3. Neste momento o educando, a partir do que foi exposto, por ele pelo professor, relacionam, questionam e estabelecem conexões com o que foi exposto e as concepções alternativas apontadas na aula anterior;
4. Em seguida, o docente distribuirá aos estudantes o texto intitulado "O poder da informação Genética" disponível em: Casa das Ciências - Laboratório Virtual de Biotecnologia ([casadasciencias.org](http://casadasciencias.org)), Guia do Professor, para a realização de uma leitura colaborativa e debate sobre o tema.

# CONHECIMENTOS DA BIOLOGIA

## 2.1

### Extração de DNA Duração: 70 minutos

A depender da realidade da escola esta atividade poderá ser realizada de duas maneiras: em laboratório ou em sala de aula. Mesmo que essa seja a alternativa disponível sugere-se que os estudantes a realizem a fim de que, por meio da experimentação, possam adquirir habilidades processuais ligadas ao fazer científico, tais como: observação, manipulação, medição, formulação de hipóteses, registros, interpretação de dados, conclusões, comunicação e etc.

1. O professor organizará os estudantes em grupos pequenos;
2. Disponibilizará para cada um deles a ficha de protocolo para execução do experimento e os materiais e produtos necessários para a execução;
3. Instruí-los a registrarem cada etapa de extração, o que está sendo observado e o papel de cada reagente;
4. A fim de exporem as suas ideias acerca do experimento, o professor pode suscitar os seguintes questionamentos:
  - ♦ De que forma os reagentes utilizados interferem nas propriedades físico-químicas das moléculas de DNA?
  - ♦ Porque o DNA não pode ser visto como uma dupla hélice e sim como um emaranhado de filamentos que correspondem ao DNA? Qual equipamento nos proporciona visualizarmos o formato tridimensional da dupla hélice?

# CONHECIMENTOS DA BIOLOGIA

5. E, por fim, o professor pode revisar com os estudantes a estrutura tridimensional da molécula de DNA, ressaltando o grupo fosfato, a pentose (desoxirribose) e as bases nitrogenadas (adenina, timina, citosina e guanina). Expôr, também, o importante papel no armazenamento das informações genéticas assim como para a identificação de perfis genéticos.

6. Destacar quais os tipos de amostras encontradas em local de crime podem ser utilizadas para a extração de DNA.

## PROCOLO DE EXTRAÇÃO DE DNA DA BANANA

### DISPONÍVEL EM:

[HTTPS://SIGPIBID.UFPR.BR/SITE/UPLOADS/INSTITUTION\\_NAME/CKEDITOR/ATTACHMENTS/1398/\\_PIBID\\_-\\_ROTEIRO\\_DE\\_AULA\\_PR\\_TICA\\_-\\_EXTRA\\_\\_O\\_DE\\_DNA\\_VEGETAL.PDF](https://sigpihid.ufpr.br/site/uploads/institution_name/ckeditor/attachments/1398/_pihid_-_roteiro_de_aula_pr_tica_-_extra_o_de_dna_vegetal.pdf)

## 2.2

### Técnica Reação em Cadeia da Polimerase (PCR)

1. Escrever ou projetar no quadro e, em seguida, explicar as três etapas ou ciclos para cada reação de PCR (Desnaturação, Anelamento e Extensão), os reagentes necessários (Primers, Bases nitrogenadas, Enzima Taq polimerase e Solução Tampão) e suas funções assim como o papel do termociclador na alteração de temperatura dessas etapas;

# CONHECIMENTOS DA BIOLOGIA

2. Explicitar a importância dessa técnica e, em especial, na genética forense:

- ◆ Identificação de suspeitos, os quais o material genético, DNA, pode relacionar com as evidências deixadas em locais de crimes; Inocentar
- ◆ pessoas acusadas erroneamente de crimes;
- ◆ Identificar vítimas de catástrofes;
- ◆ Estabelecer paternidade ou outras relações parentais;

3. Solicitar que os alunos assistam ao vídeo “Técnicas de Biologia Molecular - PCR - Animação 3D”, cuja duração é de 2 minutos e 22 segundos.

DISPONÍVEL EM:  
[HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?  
V=5YIF7W7RPA4](https://www.youtube.com/watch?v=5YIF7W7RPA4)

4. Solicitar que os estudantes a relacione com os casos investigativos.

**03**

**Polimorfismo Genético  
(10 minutos)**

Para auxiliá-los a compreender esse tema e, sobretudo, relacioná-lo com os casos investigativos propostos, o professor deverá lançar um desafio para que possam solucionar em casa e entregar ao final da próxima aula, onde terão a oportunidade de familiarizar-se com a técnica eletroforese em gel de agarose utilizada, pelos peritos, na identificação de perfis genéticos.

# CONHECIMENTOS DA BIOLOGIA

## DESAFIO: ANÁLISE DE BANDAS NO PAPEL E IDENTIFICAÇÃO DE PERFIS GENÉTICOS

**Questão 1** - A partir do caso investigativo em questão, qual dos suspeitos abaixo, S1, S2 ou S3, estaria usando a balaclava (Prova) encontrada no veículo usado na fuga? Justifique a sua resposta.

---

---

---

---

---

**Questão 2** - Que tipo de vestígios podem ser coletados nas cenas do crime 1 e 2 para ser enviado ao laboratório para a realização da análise de DNA?

---

---

---

---

---

Figura 1: Bandas de DNA para avaliação do polimorfismo genético



# CONHECIMENTOS DA BIOLOGIA

**04**

Explorar o Caso Investigativo  
(40 minutos)

1. Orientar os estudantes a se organizarem em grupo de acordo com a divisão pré-estabelecida na primeira etapa;
2. Com o caso investigativo em mãos, os estudantes serão orientados, pelo professor, a executarem a primeira etapa do Roteiro para a resolução do caso investigativo.

## ETAPA 1 DO ROTEIRO PARA A RESOLUÇÃO DO CASO INVESTIGATIVO

1. Ler o caso investigativo;
2. Destacar as palavras desconhecidas;
3. Apresentar concepções prévias associadas ao tema proposto: Ciência Forense e
4. Destacar as “pistas” encontradas no texto.

3. Caso a opção seja realizar as etapas de investigação no contraturno, marcar com os grupos, de acordo com o cronograma disponibilizado na primeira etapa, os encontros para verificação da Etapa 1 e concomitantemente orientar na execução da Etapa 2: Proposição de Hipóteses.

## APRESENTAÇÃO

Assim como a biologia, a química forense tem um importante papel na solução de crimes, utilizando-se de métodos analíticos, orgânicos e físico-químicos. Assim sendo, os conhecimentos dessa área darão subsídios aos estudantes para comprovar, sustentar ou refutar as hipóteses por eles propostas.

Considerando que são inúmeras as técnicas empregadas pelos químicos forenses e que variam de acordo com a necessidade das análises, para dar conta do caso investigativo, em questão, serão abordadas as técnicas de análise da presença de sangue e identificação humana.

Na cena do crime 1 consta uma balaclava que provavelmente possui vestígios passíveis de extração de DNA dos suspeitos e, portanto, serão necessários os conhecimentos pertinentes a essa técnica e de PCR além dos relacionados com os da técnica eletroforese em gel de agarose como meio de identificá-los, assim como, para relacionar os crimes.

Por outro lado, para constatar se as manchas avermelhadas no quintal da cena do crime 2 são sangue, faz-se necessário o uso do luminol, um indicador quimioluminescente que ao reagir com a água oxigenada, na presença do ferro das hemoglobinas, libera luz, indicando sua presença naquele local.

Embora, os estudantes não estarem em uma cena de crime real, o caso investigativo descrito apresenta “pistas” que os subsidiarão na proposição de hipóteses e a partir dos conhecimentos científicos apresentados durante as aulas da SEI, das reuniões em grupo e das pesquisas eles serão capazes de comprovar, sustentar ou refutá-las e, por conseguinte, iniciar a construção seus argumentos científicos.

# CONHECIMENTOS DA QUÍMICA

## OBJETIVOS DA AULA

- ◆ Identificar as reações químicas na detecção de sangue a partir do uso do Luminol;
- ◆ Verificar as substâncias e suas respectivas concentrações no preparo do gel de agarose;
- ◆ Descrever a dinâmica da técnica de eletroforese em gel; Identificar a natureza das bandas no gel de agarose;
- ◆ Identificar a importância do potencial elétrico para a migração dos fragmentos de DNA no gel de agarose;

Propor hipóteses para o caso investigativo em estudo;

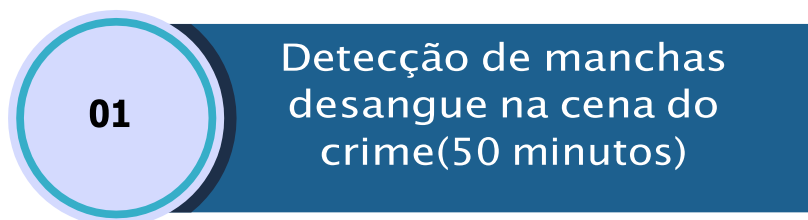
## RECURSOS

Protocolos de Experimentação, vídeo, simulador.

## CONTEÚDO(S)

Teste de identificação de sangue através do Luminol (balaclava); Reações Químicas; Soluções e concentração de soluções;

## ATIVIDADES

A graphic for activity 01. It features a light blue circle with the number '01' inside, positioned to the left of a dark blue rectangular box. The text 'Detecção de manchas de sangue na cena do crime (50 minutos)' is written in white inside the dark blue box.

**01** Detecção de manchas de sangue na cena do crime (50 minutos)

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS - 3ª. ETAPA DA SEI

1. Caso o professor não tenha condições de realizar a experimentação demonstrativa com o uso do luminol ou até mesmo com os “*light sticks*”, bastões de luz, em laboratório ou em sala de aula, sugere-se a apresentação do vídeo “Experimentos de Química: luminol e o fenômeno da catálise”.

disponível em  
<https://www.youtube.com/watch?v=9pRsoWQ21WM>, com duração de 7 minutos e 20 segundos.

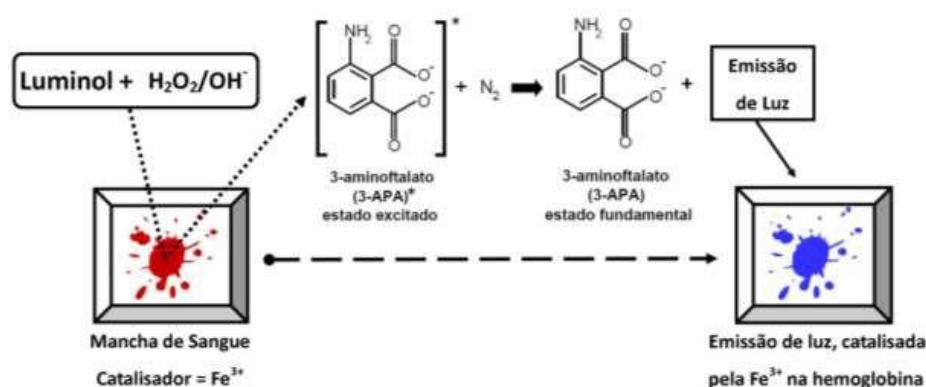


# CONHECIMENTOS DA QUÍMICA

2. É importante que, depois da experimentação demonstrativa ou da apresentação do vídeo, o professor apresente aos estudantes, além das estruturas químicas das moléculas, a relação das reações químicas presentes na quebra dos bastões de luz, as que acontecem com o luminol e o ferro presente na hemoglobina do sangue.

3. Para tanto, segue a reação química de quimiluminescente do luminol que poderá ser demonstrada aos estudantes de modo que possam observar a importância do ferro como catalisador da reação e, ao mesmo tempo, considerá-lo na detecção de sangue uma vez que está presente na hemoglobina e, portanto, indica a presença de sangue no local de crime mesmo que esse tenha sido limpo antes do uso do luminol.

Figura 2: Reação quimiluminescente do luminol



## DISPONÍVEL EM:

[HTTPS://WWW.RESEARCHGATE.NET/PUBLICATION/310758860/FIGURE/FIG1/AS:431667073556480@1479928858500/FIGURA-1-RESUMO-DA-REACAO-QUIMILUMINESCENTE-DO-LUMINOL-UTILIZANDO-A-MOLECULA-DE-FERRO.PNG](https://www.researchgate.net/publication/310758860/figure/fig1/AS:431667073556480@1479928858500/figura-1-resumo-da-reacao-quimiluminescente-do-luminol-utilizando-a-molecula-de-ferro.png)

4. Em seguida, instigar discussões acerca do fenômeno e o caso investigativo em estudo, utilizando-se dos seguintes questionamentos? Como acontecem as reações químicas? Qual é o papel do ferro nessa reação? Porque na quebra dos bastões há liberação de energia na forma de luz? Porque, na cena do crime, mesmo limpando-a, ainda é possível detectar sangue?

## 2.1

### Apresentação da Técnica Eletroforese em Gel de Agarose Laboratório de Biotecnologia

A depender da realidade da escola esta atividade poderá ser realizada de duas maneiras:

#### **2.1 Visita a um Laboratório de Biotecnologia**

- 2.1.1 - Agendar um horário com o responsável e/ou pesquisador do laboratório;
- 2.1.2 - Comunicar a Direção da Escola e apresentar um projeto da visita (público-alvo, justificativa, objetivos e atividades pedagógicas que serão executadas, data, horário, local e duração da visita);
- 2.1.3 - Solicitar autorização de saída da escola dos estudantes junto aos e/ou responsáveis;
- 2.1.4 - Registrar os nomes e telefones de todos os alunos que participarão da visita;
- 2.1.5 - Orientá-los acerca dos protocolos e normas de segurança;
- 2.1.6 - Solicitar que os estudantes registrem as etapas da técnica de eletroforese em gel (preparação do gel, aplicação das amostras, corrida eletroforética e a análise, se houver) e as eventuais dúvidas acerca do experimento;
- 2.1.7 - Organizar os momentos de fala.

## 2.2

### Apresentação da Técnica Eletroforese em Gel de Agarose Experimentação

#### 2.1 Experimentação Demonstrativa

Solicitar que os estudantes assistam ao vídeo “Eletroforese em Gel de Agarose”, cuja duração é de 22 minutos e 53 segundos.

DISPONÍVEL EM:

[HTTPS://YOUTU.BE/YWUL\\_HZSXM8](https://youtu.be/YWUL_HZSXM8)

Independentemente dessa atividade ser desenvolvida por meio da visita ou da experimentação, os passos que seguirão são compartilhadas por ambas:

1. Retomar as etapas de preparação do gel de agarose (aplicação das amostras, corrida eletroforética, revelação e análise) e as funções dos reagentes;
2. Diferenciar o gel (polímero) de agarose e poliacrilamida;
3. Explicitar a importância dessa técnica para identificação de suspeitos em casos de crimes sexuais, identificação humana, em testes de paternidade e na relação de vínculos entre suspeitos e cenas de crimes.
4. Demonstrar a partir da revelação do gel como se dá o fluxo migratório das moléculas de DNA e como é possível identificar os indivíduos com base em seu genoma.
5. De modo a comparar o DNA encontrado nos locais de crimes 1 e 2 com o dos prováveis suspeitos, retomar o Desafio “Polimorfismo Genético e resolvê-lo junto aos estudantes;

03

Para Casa - Simulador -  
Eletroforese em Gel de  
Agarose  
(20 minutos)

Como meio de reproduzir o que foi realizado em laboratório e, sobretudo, de sistematizar os conhecimentos acerca dessa técnica e conteúdos correlatos, sugere-se o emprego do Simulador - Eletroforese em Gel de Agarose.

1. Apresentar aos estudantes a plataforma de uso e os passos que deverão seguir para realizar a interação;
2. Solicitar que anotem as etapas da eletroforese e suas respectivas funções, assim como os materiais e reagentes utilizados nessa técnica;
3. Salientar a importância de contribuição dessa atividade na resolução dos casos investigativos.

Dependendo da dificuldade dos estudantes em acessar a internet para a realização dessa atividade, o professor pode agendar um horário no laboratório de informática para que os estudantes tenham condições de realizá-la.

#### **SIMULADOR - ELETROFORESE EM GEL DE AGAROSE:**

[HTTPS://WWW.LABXCHANGE.ORG/LIBRARY/PATHWAY/LX-PATHWAY:91F9F2F9-DC74-4147-85C9-31BC0848D143/ITEMS/LX-PB:91F9F2F9-DC74-4147-85C9-31BC0848D143:LX\\_SIMULATION:6FE48388?SOURCE=%2FLIBRARY%2FCLUSTERS%2FLX-CLUSTER%3AABE-PORTUGUES](https://www.labxchange.org/library/pathway/lx-pathway:91f9f2f9-dc74-4147-85c9-31bc0848d143/items/lx-pb:91f9f2f9-dc74-4147-85c9-31bc0848d143:lx_simulation:6fe48388?source=%2Flibrary%2Fclusters%2FLX-cluster%3AABE-PORTUGUES)

04

Proposição de Hipóteses  
(50 minutos)

1. Realizar a leitura dos casos investigativos com os estudantes;
2. Salientar o importante papel de proposição de hipóteses na produção de conhecimento científico (testes de hipóteses, discussão de erros, soluções de problemas, argumentação e contra argumentação entre a teoria, as observações e as experimentações realizadas);
3. Estimular a elaboração de hipóteses a partir das “pistas” por eles levantadas na etapa anterior;
4. Orientá-los a registrar na ficha “Roteiro para a Resolução do Caso Investigativo” para, em seguida, relacioná-las com os conhecimentos científicos abordados e com aqueles que serão sistematizados a partir das pesquisas que farão.

## ETAPA 2 DO ROTEIRO PARA A RESOLUÇÃO DO CASO INVESTIGATIVO

Elaborar proposições (afirmações/respostas), a partir das pistas encontradas na etapa anterior, para a resolução provisória do caso investigativo.

5. Caso a opção seja realizar as etapas de investigação no contraturno, marcar com os grupos, de acordo com o cronograma disponibilizado na primeira etapa, os encontros para verificação da Etapa 2 e concomitantemente, orientá-los na execução da Etapa 3: Proposição de Procedimentos.

## APRESENTAÇÃO

Para auxiliar os estudantes a interpretar o caso fictício “Há crime perfeito?” e a desvendar as causas do incêndio ocorrido na cena do segundo crime serão abordados alguns princípios físicos de eletricidade (corrente elétrica, diferença de potencial e resistência de material).

Como peritos criminais e fazendo parte de uma equipe multidisciplinar, para responder às causas do incêndio, propomos, nesta etapa, que os estudantes, físicos forenses, analisem em grupo, discutam e tentem interpretar um hipotético incêndio, ocorrido na cena do crime 2. Embora, assim como descrito no caso investigativo, os materiais utilizados na instalação elétrica fossem adequados (condutores, disjuntores, tomadas, interruptores e quadro elétrico), o proprietário não se preocupou com o projeto elétrico e sua execução, segundo relato dos bombeiros.

Com isso, os estudantes terão que recorrer aos conhecimentos da física e, em especial, os relacionados à eletricidade. Desse modo, para alcançar esses conceitos, em grupo, e com o auxílio dos docentes, elaboraram seminários para auxiliá-los na interpretação da dinâmica dos fatos e, ao mesmo tempo, os possibilitarem na evolução dos seus pensamentos argumentativos.

# CONHECIMENTOS DA FÍSICA

## OBJETIVOS DA AULA

- ◆ Mostrar os efeitos da corrente elétrica e os principais efeitos dela em circuitos que podem causar acidentes.
- ◆ Conhecer os principais elementos de um circuito e da rede elétrica residencial, as medidas de segurança e as propriedades dos materiais utilizados em cada parte de um circuito elétrico.
- ◆ Identificar as possíveis causas do incêndio proveniente do caso investigativo
- ◆ Desenvolver habilidades de pesquisa;
- ◆ Pesquisar referências envolvidas no problema e relacioná-los com as hipóteses levantadas;
- ◆ Esquematizar as possibilidades de resolução do caso investigativo.
- ◆ Relacionar as três áreas do conhecimento com o caso investigativo;

## CONTEÚDO(S)

Corrente elétrica; resistência elétrica; leis de ohm; potência elétrica; circuitos elétricos e elementos de um circuito.

## RECURSOS DIDÁTICOS

Livros didáticos, casos investigativos e uso da internet

# CONHECIMENTOS DA FÍSICA

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS - 4ª. ETAPA DA SEIATIVIDADES

**01**

**Sistematização  
(60 minutos)**

1. Neste momento, o professor retomará alguns conceitos acerca de corrente elétrica, diferença de potencial elétrica e resistência de material;
2. Ao final da explicação, resolverá alguns exercícios com os estudantes de modo que o que foi dito seja mais fácil compreendido.

**02**

**Uso do Simulador  
(20 minutos)**

1. Apresentar aos estudantes a plataforma de uso e os passos que deverão seguir para realizar a interação;
2. Por meio do uso de um simulador, caracterizar a corrente elétrica;
3. Solicitar que anotem as dúvidas;
4. Retomar as questões que não entenderam.

**SIMULADOR - SINAIS DE CIRCUITO:**

**DISPONÍVEL EM: [HTTPS://PHET.COLORADO.EDU/SIMS/CHEERPJ/SIGNAL-CIRCUIT/LATEST/SIGNAL-CIRCUIT.HTML?SIMULATION=SIGNAL-CIRCUIT&LOCALE=PT](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/signal-circuit/latest/signal-circuit.html?simulation=signal-circuit&locale=pt)**



03

## Distribuição dos temas e instruções para elaboraçãodos seminários

1. A distribuição dos grupos deverá ser realizada de acordo com a Etapa 1 da SEI;
2. Cada grupo receberá um tema o qual irão esmiucá-lo de modo que possa apreender o conteúdo, comunicar aos colegas e ao mesmo tempo relacionar ao caso investigativo proposto;
3. Sugere-se que os temas sejam distribuídos da seguinte forma:

**Grupo 1:** Corrente elétrica (movimento dos elétrons, intensidade e tipos de corrente elétrica, e explicação de um exercício resolvido do livro texto adotado);

**Grupo 2:** Resistência elétrica (primeira e segunda Lei de Ohm, características e representação gráfica de resistores, resistividade elétrica, efeitos da corrente elétrica e explicação de um exercício do livro texto adotado);

**Grupo 3:** Física tem história: experimento realizado por Alessandro Volta;

**Grupo 4:** Potência elétrica (relação entre potência e corrente elétrica, resistência elétrica e efeito joule, cálculo de consumo de energia elétrica);

**Grupo 5:** Circuitos elétricos (definição, elementos e representação de um circuito elétrico, transformações de energia em um circuito elétrico, curto-circuito, fusíveis e disjuntores, circuitos com resistores em série e em paralelo e explicação de um exercício resolvido do livro texto adotado);

**Grupo 6:** Circuitos residenciais (rede de distribuição, cuidados nas ligações elétricas de uma residência e explicação de um exercício resolvido do livro texto adotado);

**Grupo 7:** Explicação de um experimento - circuito com resistência variada (reostato).

**04**

**Proposição de Procedimentos  
(50 minutos)**

1. Direcionar os estudantes ao Laboratório de Informática da escola;
2. Instruí-los acerca do processo de pesquisa: data de publicação, confiabilidade, tipos de fontes e articulação entre elas, palavras chaves, referências bibliográficas, seleção, análise e registro das informações;
3. Acompanhar as atividades que estarão sendo realizadas pelos grupos;
4. Orientá-los na esquematização, na ficha “Roteiro para a Resolução do Caso Investigativo” das possibilidades de resolução do caso investigativo (confrontar as ideias com os colegas, comparar, estabelecer relações e observar o que deve ser considerado para a resolução do caso investigativo).
5. Caso não seja suficiente o tempo, orientá-los a terminarem essa atividade em casa e posteriormente, trazê-la no próximo encontro.

## **ETAPA 3 DO ROTEIRO PARA A RESOLUÇÃO DO CASO INVESTIGATIVO**

- Pesquisar referências envolvidas no problema (o processo de pesquisa estará voltado para a procura de evidências que comprovem, sustentem ou refutem as afirmativas elaboradas na etapa anterior); Considerar os resultados da pesquisa e relacioná-los com as hipóteses levantadas;
- Esquematizar as possibilidades de resolução do caso investigativo (confrontar as ideias com os colegas, comparar, estabelecer relações e observar o que deve ser considerado para a resolução do caso investigativo).

**05**

## Apresentação dos Seminários (100 minutos)

1. Estabelecer a ordem de apresentação;
2. Comunicá-los do tempo e dos critérios avaliativos;
3. Registrar possíveis inadequações e comentá-las;
4. Intervir ao final de cada apresentação.

Quadro 2 – Critérios avaliativos para a apresentação dos seminários

<b>Sugestão dos Critérios Avaliativos</b>
Utilização da linguagem científica (termos e/ou conceitos)
Comunicação clara e objetiva
Recursos Utilizados
Segurança e Domínio do conteúdo
Análise Crítica
Cumprimento do tempo estabelecido

## APRESENTAÇÃO

Ponto fulcral na abordagem didática do ensino por investigação, a argumentação se estabelece como prática de desenvolvimento do pensamento crítico ao passo que para considerá-la é necessário, sobretudo, compartilhar conhecimentos acerca da sua estrutura e importância na e para a comunicação em processos de investigação e produção científica.

De modo a potencializar uma perspectiva dinâmica ao processo argumentativo que a SEI se propõe, considera-se importante que haja uma construção coletiva. Ao propor hipóteses, discuti-las na tentativa de dar explicações e responder às perguntas que inicialmente foram colocadas, os estudantes estarão colocando em movimento habilidades necessárias para a construção do pensamento argumentativo, sobretudo o científico, uma vez que nele se sustenta os dados e justificativas teóricas advindas das áreas de conhecimentos aqui trabalhadas: biologia, física e química.

A partir do processo de pesquisa e das análises dos resultados, sugeridos como atividades e dispostos no “Roteiro para a Resolução do Caso Investigativo”, os estudantes, nesta etapa, construirão um texto de cunho argumentativo. Neste espaço terão a oportunidade de sistematizar suas ideias, justificativas e relacioná-las com o conhecimento científico a fim de comunicarem, tanto de forma escrita como oral, às conclusões ao caso investigativo proposto.

# TRABALHANDO O CASO INVESTIGATIVO

## OBJETIVOS DA AULA

1. Considerar os resultados da pesquisa e relacioná-los com o caso investigativo;
2. Confrontar as ideias iniciais com as assumidas após a realização da pesquisa;
3. Formular explicações para cada hipótese levantada;
4. Refletir sobre o processo seguido e os resultados obtidos;
5. Construir o texto a partir das orientações e explicações dos professores envolvidos na SEI.

## CONTEÚDO(S)

Sistematização dos conhecimentos científicos das áreas de biologia, física e química.

## RECURSOS

Computadores, *tablets*, celulares, ficha de planejamento, caneta, lápis e materiais de pesquisas.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS - 5ª. ETAPA DA SEI

**01**

Roteiro para a resolução do caso investigativo (200 minutos)

### ETAPA 4

#### ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

1. Instigar as discussões entre os resultados de pesquisa, situados na Etapa 3 da ficha de planejamento;
2. Estimular os estudantes a confrontarem as ideias iniciais com as assumidas após a realização da pesquisa assim como a formulação de explicações científicas para as hipóteses propostas;
3. Salientar a importância do registro dessas informações na ficha de planejamento: “Roteiro para Resolução dos Casos Investigativos”.

### ETAPA 5

#### CONSTRUÇÃO DO TEXTO

1. Para a construção do texto é importante que o professor detalhe os seguintes aspectos com os estudantes: Apresentação das
  - ♦ informações obtidas durante todo o processo de modo sistemático e crítico;
  - ♦ Utilização da linguagem científica (termos ou conceitos);
  - ♦ Apresentação das técnicas forenses utilizadas;
  - ♦ Apresentação e explicitação das hipóteses trabalhadas; Aplicação
  - ♦ das três áreas do conhecimento além daquelas relacionadas à construção do argumento científico.

2. Comunicar as datas das apresentações e da entrega dos textos.
3. Caso haja oportunidade, o professor pode realizar as correções dos textos e enviá-los aos estudantes para realizar as retificações necessárias antes das apresentações.

## SUGESTÕES PARA OS SEMINÁRIOS:

1. Tempo estimado: 15 minutos por grupo de trabalho;
2. Estudante apresentador(a): Realizar o sorteio no momento da apresentação;
3. Recurso audiovisual: *powerpoint*.
4. Critérios Avaliativos:
  - Utilização da linguagem científica (termos e/ou conceitos);
  - Apresentação das técnicas forenses;
  - Comunicação clara e objetiva;
  - Segurança e domínio do conteúdo;
  - Apresentação das hipóteses;
  - Explicitação das hipóteses apresentadas;
  - Relaciona logicamente os dados e as conclusões;
  - Argumentação científica;
  - Aplicação das três áreas do conhecimento e
  - Análise crítica

Observação:

Tempo para as apresentações: de 4 a 6 semanas da data de início de conhecimento do caso investigativo.

# RODA DE CONVERSA: DIALOGANDO COM OS RESULTADOS

## APRESENTAÇÃO

As etapas que compuseram a SEI, assim como as atividades nela imbricadas, objetivam não só contribuir para o movimento de apreensão de conceitos científicos, mas sobretudo para o desenvolvimento de habilidades do Letramento Científico (LC).

Ao se aproximar do processo de construção do conhecimento científico, os estudantes estarão envoltos no arcabouço de saberes relacionados: como ele é realizado, o que é necessário para elaborá-lo, assim como fatores internos e externos que o influenciam, elementos esses substanciais para a apropriação de um discurso mais próximo do científico.

Tendo isso em vista, aspectos relacionados ao fazer científico e a linguagem que ocupa esse espaço, a ponte condutora para o desenvolvimento do pensamento científico, aqui proposta, foi às ações investigativas. Ao mobilizarem os conhecimentos científicos para elaborar explicações e defender suas ideias a partir das hipóteses propostas para o caso investigativo, estarão pondo em curso interações discursivas, principalmente a argumentação.

Com o objetivo de persuadir o público participante da roda de conversa, os estudantes se valerão da comunicação oral. A partir dela estarão fundamentadas as ações de investigação e as construções explicativas para o problema em questão: “Caso Investigativo: Há crime perfeito?”

De modo a dar relevo ao tema e as propostas apresentadas ao caso investigativo, por cada um dos grupos, após as apresentações, será aberto um momento de diálogo entre os participantes.



# RODA DE CONVERSA DIALOGANDO COM OS RESULTADOS

## OBJETIVOS DA AULA

- ◆ Apresentar para o grande grupo as principais ideias acerca dos casos investigativos;
- ◆ Estabelecer relações entre as concepções alternativas e os conhecimentos científicos;
- ◆ Sistematizar e contextualizar os conhecimentos científicos e
- ◆ Relacionar as ações investigativas e tomada de decisões

## CONTEÚDO(S)

Ações de investigação e argumentação científica, conhecimentos acerca das três áreas de conhecimento e da natureza da ciência.

## RECURSOS

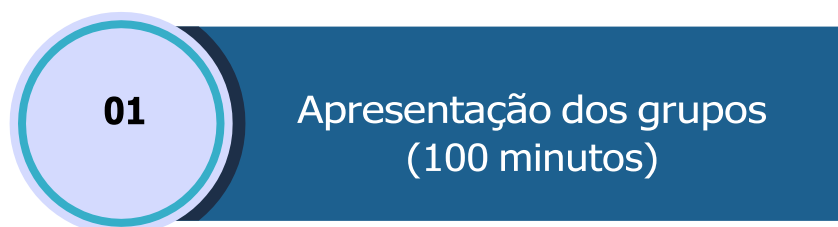
Computadores, uso de internet, *power point*.

# RODA DE CONVERSA: DIALOGANDO COM OS RESULTADOS

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS - 6ª. ETAPA DA SEI

Sugere-se que esta etapa seja desenvolvida em aulas sequenciais de modo que haja tempo hábil para as apresentações e o debate.

### ATIVIDADES



1. Realizar o convite a todos os docentes participantes;
2. Elaborar uma ficha para registro e avaliação dos grupos;
3. Estabelecer a ordem de apresentação;
4. Comunicá-los do tempo e dos critérios avaliativos;
5. Solicitar que um aluno realize a leitura do caso investigativo;
6. A cada apresentação, agradecer aos participantes e chamar o próximo grupo de acordo com a ordem de apresentação estabelecida.

# RODA DE CONVERSA: DIALOGANDO COM OS RESULTADOS

02

Debate - Ciência Forense e  
suas correlações  
(100 minutos)

1. Após as apresentações, cada professor participante deverá expor, de uma forma geral, sua opinião acerca do que foi apresentado pelos estudantes;
2. Quaisquer um dos professores envolvidos deverá instigar os seguintes elementos para o debate:
  - Retomada dos elementos estruturantes do processo investigativo;
  - Conhecimentos das áreas envolvidas e as relações com os resultados obtidos;
  - Proposição de hipóteses divergentes;
  - Controvérsia científica e social;
  - Neutralidade, objetividade e imutabilidade dos conhecimentos científicos;
  - Tomada de decisões que envolvem conhecimentos sobre ciência e tecnologia;
  - Apresentação das atividades científicas como processo e como produto;
  - Sugere-se que ao final do debate, o professor abra um outro espaço para que os estudantes possam confrontar as diferentes hipóteses surgidas entre os grupos e os resultados obtidos.

# RODA DE CONVERSA: DIALOGANDO COM OS RESULTADOS

**03**

Avaliação da Sequência de  
Ensino Investigativo  
(10 minutos)

Verificar com os alunos os seguintes aspectos relacionados às aulas:

1. Abordagem do tema;
2. Grau de dificuldade;
3. Utilização do tempo de aula;
4. Contextualização;
5. Materiais utilizados;
6. Metodologias utilizadas;
7. Comentários, críticas e sugestões.

# AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Para a avaliação, será necessário enfatizarmos, além do conhecimento conceitual, aqueles relacionados aos conteúdos atitudinais e procedimentais visto que consideramos, durante toda a SEI, elementos necessários para a construção do conhecimento a partir do processo investigativo e, portanto, recursos instrucionais, organizados em torno do caso investigativo, geraram diferentes caminhos para as articulações entre essas dimensões do conhecimento.

Além da tipologia de conteúdos, também deve-se dar importância a todo o processo realizado e não somente aos resultados obtidos na elaboração e execução dos seminários e textos. Para tanto, se faz necessário uma observação de todas as etapas e processos seguidos por nossos estudantes.

Assim, considera-se importante para a avaliação da aprendizagem, em todas as etapas da sequência de ensino investigativa, aspectos pertinentes não somente às três áreas de conhecimento e as possíveis relações estabelecidas entre elas mas, também, aqueles destinados a realização das atividades e a aplicação em contextos diferenciados assim dos que possibilitam mudanças de atitudes e valores acerca do autoconhecimento e da autoaprendizagem de modo que os possibilitem refletir e lançar um olhar crítico sobre como, o que e para que está estudando.

Posto isso, nos quadros a seguir são sugeridos alguns questionamentos para avaliar os três tipos de conteúdos em todas as etapas da SEI.

# AValiação DA APRENDIZAGEM

Quadro 3 – Perguntas sugeridas para a avaliação dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais

<b>Etapa 1 - Mesa Redonda: Desvendando a Ciência Forense</b>
<p><b>Conceituais:</b></p> <p>( ) Relacionou os aspectos levantados na palestra com os conhecimentos prévios?</p> <p>( ) Reconheceu a importância das três áreas do conhecimento para a resolução do caso investigativo?</p> <p>( ) Analisou o caso investigativo?</p> <p><b>Procedimentais:</b></p> <p>( ) Participou dos questionamentos solicitados pelo docente?</p> <p>( ) Realizou apontamentos para a construção da tempestade de ideias?</p> <p>( ) Realizou registros durante a aula para a organização e construção dos conhecimentos?</p> <p>( ) Executou as tarefas propostas?</p> <p><b>Atitudinais:</b></p> <p>( ) Apresentou autonomia e organização em grupo?</p> <p>( ) Respeitou os colegas quanto à formação das equipes para o grupo?</p> <p>( ) Interessou pela palestra do(a) perito criminal?</p> <p>( ) Ponderou a sua fala em meio às discussões?</p>
<b>Etapa 2 - Conhecimentos da Biologia</b>
<p><b>Conceituais:</b></p> <p>( ) Identificou o papel da biologia na ciência forense?</p> <p>( ) Compreendeu a relação da coleta de evidências com os requisitos legais e científicos para serem admitidas num tribunal?</p> <p>( ) Descreveu as etapas de extração de DNA?</p> <p>( ) Relacionou o Banco de Perfis Genéticos com a identificação de suspeitos?</p> <p>( ) Reconheceu a importância do uso de material genético na investigação e elucidação de crimes em diferentes contextos e cenários?</p> <p><b>Procedimentais:</b></p> <p>( ) Executou o experimento proposto?</p> <p>( ) Participou dos questionamentos solicitados pelo docente?</p>

# AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

- ( ) Resolveu os exercícios propostos?
- ( ) Analisou e Interpretou os dados?
- ( ) Descreveu as etapas de amplificação do DNA (PCR)?
- ( ) Expos as dúvidas surgidas?
- ( ) Explorou o caso Investigativo;

## **Atitudinais:**

- ( ) Manteve um clima de respeito e ético no grupo?
- ( ) Colaborou com as atividades?
- ( ) Interessou-se pela aula?
- ( ) Prestou atenção ao que foi dito pelo professor?

## **Etapa 3 - Conhecimentos da Química**

### **Conceituais:**

- ( ) Reconheceu o papel da química na ciência forense?
- ( ) Refletiu sobre o experimento observado?
- ( ) Relacionou os conteúdos trabalhados com o caso investigativo?

### **Procedimentais:**

- ( ) Discutiu, criticamente, os conteúdos científicos que explicam o experimento?
- ( ) Interpretou os dados de uma eletroforese em gel?
- ( ) Apresentou possíveis resoluções para o caso investigativo?
- ( ) Identificar a natureza da ciência;
- ( ) Propôs hipóteses para o caso investigativo em estudo?

### **Atitudinais:**

- ( ) Demonstrou interesse nas atividades?
- ( ) Agiu de forma respeitosa com os colegas?
- ( ) Colaborou com as atividades?
- ( ) Interessou-se pela aula?
- ( ) Prestou atenção ao que foi dito pelo professor?

## **Etapa 4 - Conhecimentos da Física**

### **Conceituais:**

- ( ) Reconheceu o papel da física na ciência forense?
- ( ) Relacionou os conteúdos trabalhados com o caso investigativo?
- ( ) Identificar as possíveis causas do incêndio proveniente do caso investigativo?

# AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

## **Procedimentais:**

- ( ) Interpretou os dados de uma eletroforese em gel?
- ( ) Apresentou possíveis resoluções para o caso investigativo?
- ( ) Esquematizou as possibilidades de resolução do caso investigativo?
- ( ) Pesquisou referências envolvidas no problema e relacioná-los com as hipóteses levantadas?
- ( ) Percebeu que os problemas podem ser solucionados através da pesquisa e da busca pelo conhecimento
- ( ) Baseiou-se em referências bibliográficas para responder às hipóteses?
- ( ) Participou ativamente das etapas do processo investigativo?

## **Atitudinais:**

- ( ) Demonstrou interesse nas atividades?
- ( ) Agiu de forma respeitosa com os colegas?
- ( ) Colaborou com as atividades?
- ( ) Interessou-se pela aula?
- ( ) Prestou atenção ao que foi dito pelo professor?
- ( ) Apresentou interesse na busca por materiais para responder ao caso investigativo- textos, vídeos, experimentos, notícias.

## **Etapa 5 – Interpretando o caso Investigativo**

### **Conceituais:**

- ( ) Confrontou as ideias iniciais com as assumidas após a realização da pesquisa?
- ( ) Formulou explicações para cada hipótese levantada?
- ( ) Relacionou as etapas de investigação com o fazer científico?

### **Procedimentais:**

- ( ) Refletiu sobre o processo seguido e os resultados obtidos;
- ( ) Construiu o texto a partir das orientações e explicações dos professores envolvidos na SEI.
- ( ) Expressou-se por escrito, com clareza e coesão, as conclusões acerca do caso investigativo?
- ( ) Participou de todas as etapas do processo de investigação?
- ( ) Argumentou sobre os fenômenos estudados e os relacionou com o caso investigativo?



# AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

**Atitudinais:**

- ( ) Apresentou uma atitude investigativa, cooperativa e autônoma diante das atividades propostas
- ( ) Apresentou tomada de atitudes?
- ( ) Manteve um clima de respeito e ética no grupo?

## Etapa 6: Dialogando com os resultados

**Conceituais:**

- ( ) Identificou os conhecimentos das áreas de biologia, física e química para a resolução do caso investigativo?
- ( ) Demonstrou domínio dos conceitos ao expressá-los.
- ( ) Explicou as hipóteses propostas a partir dos conhecimentos científicos?
- ( ) Identificou a importância da Ciência da vida cotidiana?
- ( ) Apresentou argumentos na tentativa de analisar as evidências do caso investigativo?

**Procedimentais:**

- ( ) Comunicou e justificou as estratégias de resolução dos casos investigativos?
- ( ) Respondeu aos questionamentos feitos pelos professores?
- ( ) Sintetizou, com clareza, a informação que transmite?
- ( ) Apresentou conclusões plausíveis para o caso investigativo?
- ( ) Interpretou as etapas da investigação?
- ( ) Comunicou, com clareza, os resultados obtidos?
- ( ) Compreendeu o papel da investigação na construção dos conhecimentos científicos?
- ( ) Propôs soluções de acordo com as atividades da SD?
- ( ) Percebeu que o conhecimento científico é construído socialmente?

**Atitudinais:**

- ( ) Demonstrou autonomia ao organizar a apresentação?
- ( ) Apresentou tomada de atitudes?
- ( ) Manteve um clima de respeito e ético no grupo?

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, L. O; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 462-479, 2018.

CARDOSO, M. J. C.; SCARPA, D. L. Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma Ferramenta de Análise de Propostas de Ensino Investigativas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1025–1059, 15 dez. 2018.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 43-55, dez. 2018.

\_\_\_\_\_. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, R.; DE-CARVALHO, P.; MIRANDA, S. O Ensino de Ciências por Investigação à luz da aprendizagem significativa. **Enciclopédia Biosfera**, v. 18, n. 35, 30 mar. 2021.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 19, n. 0, 23 out. 2017.

SANTOS, T, S; RIBEIRO, N. C. G. R. G. CSI: INVESTIGAÇÃO CRIMINAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS – ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO. **Arquivos do Mundi**, v. 24, n. 2, p. 7-21, 2020.

SASSERON, L. H. Interações Discursivas e Argumentação em Sala De Aula: A construção de conclusões, evidências e raciocínios. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 22, e20073, p. 1-29, 2020.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Ações e Indicadores da Construção do Argumento em aula de Ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v.15, n. 2, p. 169–189, ago. 2013.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. Investigações em Ensino de Ciências, **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. Abordagem Temática Freireana e o Ensino de Ciências por Investigação: Possíveis Relações Epistemológicas e Pedagógicas. **Investigações e o Ensino de Ciências**, v. 19, n. 01, p. 141-162, dez. 2014.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SOLINO, A.P.; FERRAZ, A. T. SASSEON, L. H. Ensino por Investigação como abordagem didática: Desenvolvimento de práticas científicas e escolares. In: XXI **Simpósio Nacional de Ensino de Física** – SNEF 2015, Uberlândia, MG: Universidade Federal de Uberlândia, 2015.p.1-6.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por Investigação: Eixos Organizadores para Sequências de Ensino de Biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 17, n. spe, p. 97–114, nov. 2015.