

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE QUÍMICA

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

MAIKELI CARNIEL

**A UTILIZAÇÃO DAS CIÊNCIAS FORENSES COMO ESTRATÉGIA DE  
ENSINO DE FUNÇÕES ORGÂNICAS**

PORTO ALEGRE  
2021

MAIKELI CARNIEL

**A UTILIZAÇÃO DAS CIÊNCIAS FORENSES COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO  
DE FUNÇÕES ORGÂNICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Emilene Mendes Becker

PORTO ALEGRE  
2021

MAIKELI CARNIEL

**A UTILIZAÇÃO DAS CIÊNCIAS FORENSES COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO  
DE FUNÇÕES ORGÂNICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Química.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Emilene Mendes Becker  
PROFQUI/UFRGS (Orientadora)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliana Weber de Menezes  
PPGCIMAT/UFRGS

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Nathália Marcolin Simon  
PROFQUI/UFRGS

---

Prof. Dr. Maurícus Selvero Pazinato  
PROFQUI/UFRGS

### CIP - Catalogação na Publicação

Carniel, Maikeli

A utilização das ciências forenses como estratégia de ensino de funções orgânicas / Maikeli Carniel. -- 2022.

209 f.

Orientadora: Emilene Mendes Becker.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Química Orgânica. 2. Funções Orgânicas. 3. Ciências Forenses. 4. Papiloscopia. 5. Sequência Didática. I. Becker, Emilene Mendes, orient. II. Título.

Com todo meu amor dedico:  
A Deus, minha fortaleza;  
Ao meu mais novo anjo do céu, meu Pai, Leomir  
Carniel (*in memoriam*);  
A meu anjo da terra, minha Mãe, Sônia Fátima  
Spanholi Carniel;  
Ao meu marido Tomas Antonio Barp, luz da  
minha vida.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, quero agradecer a Deus, por ter abençoado todos os dias da minha vida, por me permitir realizar tantos sonhos nesta existência, por iluminar meu caminho e me dar forças para seguir em frente.

Agradeço aos meus pais, Sônia Fátima Spanholi Carniel e Leomir Carniel (*in memoriam*), pela vida, por todo amor e carinho, por serem meus maiores incentivadores, meus exemplos e estarem sempre comigo, independente do plano.

Em especial, agradeço ao meu marido, Tomas Antonio Barp, por ser meu companheiro e minha luz. Por acreditar no meu potencial, por fazer eu acreditar que chegaria ao final desta difícil, porém gratificante etapa. Obrigada por sonhar comigo os meus sonhos, por me dar força e ânimo nos momentos mais difíceis, por estar ao meu lado nas inúmeras noites mal dormidas e em todas as vezes em que o desespero bateu. Você foi essencial durante este período e essa conquista também é sua. Sou grata por cada gesto carinhoso, sorriso e apoio. De fato, me faltam palavras para agradecer toda a sua dedicação.

A minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Emilene Mendes Becker, agradeço pela oportunidade, disponibilidade e coragem de trabalhar com novas ideias. Sou imensamente grata pela sua amizade, colaboração e compreensão nos momentos difíceis pelos quais passei.

Ao Grupo de Identificação da Superintendência Regional da Polícia Federal de Porto Alegre – RS, por ter aberto as portas para o primeiro contato com a Papiloscopia.

A querida Dr.<sup>a</sup> Kristiane de Cassia Mariotti, Papiloscopista da Superintendência Regional da Polícia Federal de Porto Alegre – RS, pela colaboração e a condução nos primeiros passos desta caminhada. Gratidão pela sua disponibilidade e pelo vasto conhecimento.

Aos professores Doutores por fazerem parte da banca examinadora: Nathália Marcolin Simon, Maurícus Selvero Pazinato e Cláudio Martin Pereira de Pereira, obrigada pelas valiosas contribuições e pelo tempo disponibilizado.

A Tais Poletti, aluna do Curso de Química Forense da Universidade Federal de Pelotas, RS, a qual com sua simplicidade, tranquilidade, inteligência e prática abriu meus horizontes para que pudesse realizar este trabalho.

Aos meus familiares e amigos e aqueles que amo incondicionalmente, por sempre me incentivarem na realização dos meus sonhos.

A todos meus colegas de curso, principalmente os que se tornaram verdadeiros amigos. Minha eterna gratidão a Darléia, primeira pessoa que conheci, a qual dividi, quarto, conhecimentos, preocupações, choros e risos e esteve ao meu lado do primeiro ao último dia deste mestrado e estará para sempre na minha vida, mais que uma colega, um presente de Deus.

A Raquel pela grandiosa amizade construída ao longo deste caminho, muito obrigada pela troca de experiências, caronas, pelas inúmeras e quase infinitas ligações partilhando nossas angústias e também brindando nossas conquistas, gratidão por estar sempre ao meu lado. A Rosaura, por ser minha mãezona, obrigada pelo teu cuidado e pela tua preocupação. A Suzana, Gissele, Gislaine, Tatiane e Bruno, pela ajuda, amizade e pelas incontáveis caronas. À Lara, Francisco e o Thiago, pela humildade em repassar conhecimentos e pelo carinho. Ao Josué pela sua bondade, seu modo prestativo e pelas dicas e ideias.

À Ana Paula, Dionara e a Patrícia por serem seres de luz. À Mayara, Morgana, Leonardo, Carla, Elenice e Sabrina pela ajuda e convívio diário. E por último e não menos importante, o meu querido colega Dioni, por ter me aberto as portas da sua casa, pelo incentivo, pelo companheirismo nos estudos (por virar as noites estudando), por dividir o seu conhecimento, pela parceria no café e no chocolate. Agradeço as horas que ficou me ajudando e acima de tudo sendo um amigo com quem eu pude e poderei contar sempre.

A Direção, Professores, Funcionários e Estudantes da Escola Estadual de Educação Básica Sylvio Dal Moro, que me oportunizaram na realização da pesquisa.

Aos Professores e à UFRGS pela oportunidade de fazer parte deste universo tão rico e grandioso.

Ao pessoal do CPERS (Centro de Professores do Estado do Rio Grande do Sul), Porto Alegre - RS, especialmente ao Léo, Euclides (Kid), Carlos (Japa), Rita e Cátia, que com todo carinho me acolheram, me nortearam e fizeram sempre o possível para que as minhas estadias fossem a contento.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela oportunidade e financiamento do presente trabalho.

As demais pessoas de perto ou de longe que torceram e contribuíram para a elaboração deste trabalho e que por ventura eu tenha esquecido de agradecer.

“Todo contato deixa uma marca.”

Edmond Locard

## RESUMO

Este trabalho, aborda sobre uma perspectiva teórico-prática como as aulas de química orgânica podem apresentar conteúdos significativos aos estudantes, motivando-os a participação ativa e, conseqüentemente, a uma aprendizagem efetiva destes. Tem, nestes termos, como problemática central a conduzir o estudo: Como o tema Ciências Forenses pode contribuir e tornar mais eficiente o processo de aprendizado do ensino de química orgânica, especialmente no conteúdo de funções orgânicas? O objetivo deste trabalho foi desenvolver um produto educacional, na forma de Sequência Didática, facilitadora da aprendizagem significativa dos estudantes, abordando a temática Ciências Forenses, em especial a técnica da papiloscopia com o uso de condimentos como reveladores de impressões digitais latentes. É um estudo de caráter qualitativo, com pesquisa bibliográfica e de campo de natureza aplicada. As estratégias metodológicas utilizadas constituem-se em leitura, fichamento de obras pertinentes da pesquisa, contato e coleta de dados com sujeitos pertencentes ao universo pesquisado, organização, análise e síntese dos dados coletados e sistematização da pesquisa. Na pesquisa de campo participam 34 estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual do município de Caciue Doble, no Rio Grande do Sul, no período de setembro a dezembro de 2019. Como instrumentos de coleta de dados utilizaram-se dois questionários semiestruturados: um diagnóstico e outro após a intervenção didática. A Sequência Didática foi dividida em 12 aulas, teórico e práticas. A experimentação consistiu em revelação de impressões digitais latentes com o uso de reveladores como: iodo, grafite, pó padrão e os condimentos em pó, *curry*, louro e canela, em diferentes superfícies. Os resultados apontam que foi possível trazer ao aluno noções sobre a composição química dos condimentos e das impressões digitais, além de ser uma possibilidade de revisar conceitos químicos, estabelecendo conexões entre teoria e prática. Além, disso, à Química aplicada às Ciências Forense favoreceu o interesse do aluno, e contribuiu na aprendizagem significativa destes.

**Palavras-chaves:** Química Orgânica; Funções Orgânicas; Ciências Forenses; Papiloscopia; Sequência Didática.

## ABSTRACT

This work approaches from a theoretical-practical perspective how organic chemistry classes can present significant content to students, motivating them to active participation and, consequently, to their effective learning. It has, in these terms, as a central problem to conduct the study: How can the topic Forensic Sciences contribute and make the learning process of teaching organic chemistry more efficient, especially in the content of organic functions? The objective of this work was to develop an educational product, in the form of a Didactic Sequence, which facilitates the significant learning of students, approaching the theme Forensic Sciences, in particular the technique of papilloscopy with the use of condiments as latent fingerprint revealers. It is a qualitative study, with bibliographic and field research of an applied nature. The methodological strategies used are reading, recording relevant research works, contact and data collection with subjects belonging to the researched universe, organization, analysis and synthesis of collected data and research systematization. In the field research, 34 students from the 3rd year of high school participated in a state public school in the municipality of Cacique Doble, in Rio Grande do Sul, from September to December 2019. As data collection instruments, two semi-structured questionnaires were used: one for diagnosis and the other after the didactic intervention. The Didactic Sequence was divided into 12 classes, theoretical and practical. The experiment consisted of developing latent fingerprints using developers such as: iodine, graphite, standard powder and powdered condiments, curry, bay leaf and cinnamon, on different surfaces. The results show that it was possible to bring the student notions about the chemical composition of condiments and fingerprints, in addition to being a possibility to review chemical concepts, establishing connections between theory and practice. In addition, Chemistry applied to Forensic Sciences favored the student's interest, and contributed to the significant learning of these students.

**Keywords:** Organic Chemistry; Organic Functions; Forensic Sciences; Papilloscopy; Didactic Sequence.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Organização das competências gerais da BNCC.....	22
Figura 2: Número de artigos publicados sobre funções orgânicas no período pesquisado (2010-2019).....	38
Figura 3: Resultados referentes à Metodologia de ensino dos artigos analisados sobre funções orgânicas.....	42
Figura 4: Diferentes segmentos das Ciências Forenses.....	64
Figura 5: Os quatro tipos possíveis de impressão digital.....	75
Figura 6: Resultados oriundos da questão 14: Das técnicas utilizadas em laboratórios de Química Forense, assinale as que já ouviu falar?.....	104
Figura 7: Resultados oriundos da questão 16: “Qual o interesse em conhecer mais a área de Ciências Forenses na disciplina de Química?”.....	105
Figura 8: Alguns dos materiais que foram utilizados para a revelação de impressões digitais.....	110
Figura 9: Condimentos utilizados na revelação de impressões digitais latentes.....	111
Figura 10: Pesquisadora demonstrando a técnica na Turma A.....	111
Figura 11: Turma A.....	112
Figura 12: Turma B.....	112
Figura 13: Revelação através da sublimação do lodo - Turma A.....	114
Figura 14: Revelação através da sublimação do lodo - Turma B.....	115
Figura 15: Revelação de impressões digitais com o uso do grafite em pó no papel branco (sulfite A4) - Turma A.....	117
Figura 16: Revelação de impressões digitais com o uso do grafite em pó no vidro transparente - Turma A.....	117
Figura 17: Revelação de impressões digitais utilizando o pó padrão no papel branco (sulfite A4) - Turma A.....	118
Figura 18: Revelação de impressões digitais utilizando o pó padrão no papel branco (sulfite A4) - Turma B.....	119
Figura 19: Revelação de impressões digitais utilizando os condimentos curry, louro e canela na superfície de papel (sulfite A4) e plástico escuro - Grupo 4 - Turma A.....	120
Figura 20: Revelação de impressões digitais utilizando os condimentos curry, louro e canela na superfície de papel (sulfite A4) e plástico escuro - Grupo 1 - Turma B.....	121
Figura 21: Percentual de acertos nas questões referentes ao conteúdo de funções orgânicas (questões 6 – 10).....	124

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Periódicos selecionados para Revisão Sistemática sobre funções orgânicas .....	27
Quadro 2: Artigos selecionados para análise da relevância sobre funções orgânicas .....	28
Quadro 3: Resultados referentes à caracterização sobre funções orgânicas...	38
Quadro 4: Resultados referentes aos aspectos metodológicos dos artigos analisados sobre funções orgânicas .....	40
Quadro 5: Periódicos selecionados para a Revisão Sistemática sobre Ciências Forenses .....	49
Quadro 6: Artigos selecionados para análise da relevância: Ciência Forense .	50
Quadro 7: Resultados referentes aos aspectos metodológicos dos artigos analisados sobre Ciências Forenses .....	51
Quadro 8: Principais classificações das cadeias carbônicas e dos hidrocarbonetos .....	58
Quadro 9: Principais classes de funções oxigenadas .....	59
Quadro 10: Principais classes de funções nitrogenadas .....	62
Quadro 11: Fórmula estrutural de compostos orgânicos encontrados nos temperos <i>curry</i> , louro e canela .....	79
Quadro 12: Respostas destacadas na questão 1 .....	97
Quadro 13: Respostas destacadas na questão 2 .....	98
Quadro 14: Respostas destacadas na questão 11 do questionário final .....	126
Quadro 15: Respostas oriundas da questão 13 do questionário final .....	127

## LISTA DE SIGLAS

ABRAPEC - Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CNE – Conselho Nacional de Educação

CSI - Crime Scene Investigation

EF – Ensino Fundamental

EJA – Educação de Jovens e Adultos

EM – Ensino Médio

LDBEN - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC - Ministério da Educação

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PCNs - Parâmetros Curriculares Nacionais

pH - Potencial hidrogeniônico

PROFQUI - Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional

SBEEnQ – Sociedade Brasileira de Ensino de Química

SD - Sequência Didática

TALE - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>20</b>
2.1 O ATUAL CENÁRIO DO ENSINO DE QUÍMICA NO BRASIL .....	20
2.2 ANÁLISE DE PUBLICAÇÕES DO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA.....	25
2.3 ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES DO ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DA TEMÁTICA CIÊNCIA FORENSE .....	48
2.4 IMPLICAÇÕES DAS REVISÕES SISTEMÁTICAS DE FUNÇÕES ORGÂNICAS E CIÊNCIAS FORENSES.....	55
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>57</b>
3.1 A QUÍMICA ORGÂNICA E A CARACTERIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS FUNÇÕES ORGÂNICAS.....	57
3.2 CIÊNCIAS FORENSES.....	63
<b>3.2.1. As Ciências Forenses e a interdisciplinaridade</b> .....	<b>64</b>
3.3 A PAPILOSCOPIA .....	69
<b>3.3.1 Introdução histórica à Papiloscopia</b> .....	<b>69</b>
<b>3.3.2 Classificação e métodos de revelação de impressões digitais</b> .....	<b>74</b>
<b>3.3.3 Temperos como reveladores de impressões digitais: O caso do <i>curry</i>, da canela e do louro.....</b>	<b>78</b>
3.4. A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, AS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS E A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA.....	80
<b>3.4.1 Aprendizagem significativa</b> .....	<b>81</b>
<b>3.4.2 As Sequências Didáticas (SD) e a experimentação no ensino de Química</b> .....	<b>83</b>
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>87</b>
4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	87
4.2 CONTEXTO DA PESQUISA .....	88
4.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	89
4.4 PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES .....	89
<b>4.4.1 Elaboração do Produto Educacional</b> .....	<b>90</b>
4.5 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	92
4.6 ANÁLISE DE DADOS.....	93
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>96</b>
5.1 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL: SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	96

5.1.1 AULA 1: Planejamento e diagnóstico inicial.....	96
5.1.2 AULA 2: A Química, sua importância e subdivisões.....	105
5.1.3. AULAS 3 e 4: As Ciências Forenses e seus ramos .....	106
5.1.4 AULA 5: A Papiloscopia.....	107
5.1.5 AULAS 6 e 7: Estudo das impressões digitais .....	108
5.1.6. AULA 8: Os temperos e as funções orgânicas .....	109
5.1.7. AULAS 9, 10 e 11: Revelação de impressões digitais.....	109
5.1.8 AULA 12: Resultados do questionário pós-teste .....	121
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	129
APÊNDICE A - ROTEIRO DE ANÁLISE DOS ARTIGOS .....	146
APÊNDICE B - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) .....	147
APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO .....	149
APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE .....	178
APÊNDICE E – APRESENTAÇÃO MULTIMÍDIA .....	153
APÊNDICE F - PRODUTO EDUCACIONAL .....	178
SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	186

## 1 INTRODUÇÃO

A disciplina de Química tem enfrentado muitas dificuldades em relação a aprendizagem dos estudantes no Ensino Médio. Entre essas dificuldades estão principalmente, a falta de contextualização e a fragmentação dos conteúdos químicos trabalhados (MOL; SILVA, 1996), além do desinteresse e a desmotivação para o estudo dessa ciência (COSTA; ALMEIDA; SANTOS, 2016).

Por conta dessas dificuldades, é necessário falar em Educação Química, priorizando o processo de ensino e aprendizagem de forma contextualizada, problematizada e dialógica, que estimule o raciocínio e que os estudantes possam perceber a importância da Química em seu cotidiano.

A disciplina de Química no Brasil, relatada por Silva *et al.* (2019), passou por significativas modificações em sua estruturação no ano de 2017, pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A partir de então, a disciplina passou a ser organizada por competências e habilidades, indicando quais aprendizagens são essenciais nos diferentes contextos escolares, como também, a intenção de resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho.

A BNCC traz um conjunto de aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, assegurando a todos, o desenvolvimento das dez competências gerais, que envolvem conhecimentos, habilidades, atitudes e valores necessários para resolver as demandas do cotidiano, em cada uma das disciplinas, incluindo-se a disciplina de Química.

Conforme a BNCC (2018), na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, de modo articulado às competências específicas e habilidades, esta visa possibilitar aos estudantes “ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, bem como sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais” (BRASIL, 2018, p. 472).

A partir da contextualização, é possível inserir dados e informações químicas necessárias à construção e resolução de determinados problemas propostos aos alunos. Não há mais razão no ensino de Química para trabalhar os conceitos de forma isolada, por dogmas e verdades absolutas que não instiguem os alunos ao pensamento crítico. Deve-se ir além da transmissão de conhecimento acabado,

pronto, fora da realidade prática dos estudantes, em que: “[...] a memorização indiscriminada de fórmulas, símbolos e nomes de substâncias não contribuem para o desenvolvimento de competências e habilidades desejáveis no Ensino Médio” (BRASIL, 1999, p.34).

Nestes termos, uma das alternativas que os pesquisadores vêm trazendo, no que se refere ao ensino de Química contextualizado e eficaz, é a temática das Ciências Forenses aliada à experimentação. Considerando-se, assim, a escola um espaço privilegiado para que esta contextualização aconteça e melhore a compreensão da Química entre os estudantes, um questionamento torna-se recorrente nas discussões entre professores, pesquisadores e demais profissionais da educação e consiste aqui no problema de pesquisa deste trabalho, o qual está assim definido: **Como o tema Ciências Forenses pode contribuir e tornar mais eficiente o processo de aprendizado de Química Orgânica, especialmente no conteúdo de funções orgânicas?**

Na busca por respostas ao questionamento, tem-se por objetivo geral desenvolver uma Sequência Didática, facilitadora da aprendizagem em Química Orgânica dos estudantes, abordando a temática Ciências Forenses, em especial a técnica da papiloscopia com o uso de condimentos como reveladores de impressões digitais latentes. Através da contextualização da Química por meio desse tema, esta pesquisa destaca como objetivos específicos:

1. Verificar as percepções dos estudantes em relação a Química Orgânica e ao ensino de Química;
2. Averiguar o conhecimento prévio dos estudantes sobre as Ciências Forenses;
3. Realizar um levantamento de produtos naturais como os condimentos que exibam cor, não tóxicos e que possam ser empregados como potenciais reveladores de impressões digitais latentes;
4. Aplicar métodos e técnicas experimentais para revelação de impressões digitais latentes em diferentes superfícies, através da sublimação do iodo e com reveladores em pó como: grafite, pó padrão e a utilização dos condimentos alimentícios;
5. Avaliar a Sequência Didática, aplicada em duas turmas do 3º ano do Ensino Médio, em uma escola da rede pública do estado do Rio Grande do Sul, buscando

evidências da sua eficácia para o processo de ensino e aprendizagem de funções orgânicas, com a temática de Ciências Forenses.

Com foco em tais perspectivas, justifica-se tal pesquisa pela relevância da temática apresentada, pela necessidade de melhorar a compreensão de Química Orgânica, principalmente no conteúdo de funções orgânicas, usando as Ciências Forenses como tema central e dando ênfase ao ramo da papiloscopia, proporcionando a relação teoria e prática na construção de um produto educacional que favorece a aprendizagem dos estudantes. Há, na papiloscopia a oportunidade de contextualizar conhecimentos químicos, uma vez que, no estudo das impressões digitais é possível relacionar diferentes compostos como água, aminoácidos, proteínas, ureia, ácido láctico, açúcares, compostos gordurosos e óleos e suas interações, seja com os materiais onde as impressões ficam aderidas ou com as substâncias que serão utilizadas como reveladores.

Muitos métodos utilizados na papiloscopia para revelação de impressões digitais podem exibir uma elevada toxicidade e, assim sendo, são necessários novos reveladores menos tóxicos, de fácil acesso e baixo custo. Dentro deste contexto, pós obtidos a partir de condimentos têm se mostrado uma alternativa viável e segura para uso potencial como reveladores de impressões digitais, em superfície de plástico e de vidro. Assim, podem ser também uma ferramenta importante e viável para uso em sala de aula (NICOLODI *et al.*, 2019).

O presente trabalho foi realizado em nível de Mestrado, no Programa de Pós-graduação do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), e possui como linha de aderência LP4 - Novos Materiais.

A pesquisa é de caráter qualitativo, bibliográfica e de campo. As estratégias metodológicas utilizadas constituem-se em leitura, fichamento de obras pertinentes da pesquisa, contato e coleta de dados com sujeitos pertencentes ao universo pesquisado, organização, análise e síntese dos dados coletados, sistematização da pesquisa e divulgação em meios e eventos científicos.

A pesquisa foi realizada com estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual do município de Cacique Doble, localizado na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul, no período de setembro a dezembro de 2019, e como instrumento de coleta de dados utilizou-se de questionários semiestruturados. Pode-se classificar esta pesquisa, do ponto de vista de sua

natureza, como pesquisa aplicada, uma vez que tem como objetivo, buscar soluções de problemas específicos e interesses locais.

Com o intuito de auxiliar na compreensão das etapas da pesquisa, esta dissertação foi estruturada em capítulos, assim subdivididos:

A Revisão de Literatura tem como objetivo apresentar um panorama sobre o atual cenário do ensino de Química no Brasil, compreender as abordagens, metodologias e recursos didáticos utilizados no ensino de funções orgânicas, bem como a utilização da temática Ciências Forenses no ensino de Química.

O capítulo 3, Referencial Teórico, se sustenta em quatro tópicos. O primeiro tópico aborda a Química Orgânica e seus principais grupos funcionais. Um segundo tópico sobre as Ciências Forenses e seus segmentos, além de apresentar algumas maneiras de trabalhar a temática na sala de aula de modo interdisciplinar. O terceiro tópico traz uma introdução histórica à Papiloscopia, a classificação e métodos de revelação de impressões digitais e os condimentos, o *curry*, o louro e a canela como reveladores de impressões digitais. Por fim, retrata a Aprendizagem Significativa sob a perspectiva de Ausubel e relata sobre as Sequências Didáticas e a experimentação no ensino de Química.

No capítulo seguinte, Metodologia, é apresentado os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento do trabalho. Primeiramente será abordada a classificação e o contexto da pesquisa. Em seguida a organização do produto educacional. Para finalizar, são apresentados os instrumentos de coleta de dados e o desenvolvimento da análise desses dados.

No capítulo 5, Análise dos resultados, estão expostos os resultados obtidos nesta pesquisa e uma avaliação das atividades desenvolvidas na Sequência Didática. Por fim, no último capítulo, são retomadas as atividades desenvolvidas neste trabalho, além de ser discutida a eficácia da aplicação do Produto Educacional, Sequência Didática: Introdução às Ciências Forenses na escola: motivação para as aulas de Química Orgânica.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Nessa revisão de literatura, primeiramente foi feita uma abordagem sobre o atual cenário do ensino de Química no Brasil. Após, buscou-se, compreender as abordagens, metodologias e recursos didáticos utilizados no ensino de funções orgânicas, bem como a utilização da temática Ciências Forenses no ensino de Química.

### 2.1 O ATUAL CENÁRIO DO ENSINO DE QUÍMICA NO BRASIL

O ensino de Química no Brasil atravessou distintas etapas na formulação de suas finalidades, de conteúdos e métodos didáticos. Se, nas décadas de 1970 e 1980 concentrava-se o ensino no conhecimento descritivo das substâncias, suas reações químicas e a obtenção e aplicações destas, na passagem dos anos de 1980 para os anos de 1990 houve uma grande mudança nos currículos, potencializada pela introdução de aspectos conceituais da Química, pondo ênfase aos princípios químicos mais que nas propriedades das substâncias e suas reações concretas. Estas mudanças pretendiam aperfeiçoar a preparação científica dos estudantes de ciências para os futuros estudos no Ensino Superior.

Desde a promulgação da Constituição da República Federativa do Brasil, em 1988, no seu artigo 210, é proposta a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 1988), é um documento normativo que define um conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. Essa proposta foi retomada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), Lei 9.394, em seu artigo 26 (BRASIL, 1996).

Em 1997, são consolidados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) do 1º ao 5º ano, em 1998 do 6º ao 9º e em 2000 são lançados os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 1998). Somente no ano de 2009, foi reiniciada a defesa por um currículo comum, através do Programa Currículo em Movimento (BRASIL, 2009). No entanto, no ano de 2014, com a promulgação do Plano Nacional de Educação (PNE), foram estabelecidas metas para a Educação Básica, sendo quatro delas relacionadas à BNCC (BRASIL, 2014).

A primeira versão da BNCC começou a ser produzida no mês de julho de 2015, a partir da convocação de especialistas, professores e assessores, em que foi aberto um espaço para consulta pública no site do Ministério da Educação (MEC) (FRANCO; MUNFORD, 2018). Após discussões das sugestões da consulta pública sobre os reais impactos da implementação, surgiu, em maio de 2016, a segunda versão da Base. De junho a agosto de 2016, aconteceram 27 Seminários Estaduais para debater a segunda versão da BNCC. Em abril de 2017, o MEC enviou ao Conselho Nacional de Educação (CNE) a terceira versão, restrita à Educação Infantil e ao Ensino Fundamental (BRASIL, 2017).

Segundo Franco (2018), apesar das críticas, a BNCC foi homologada em dezembro de 2017, mesmo sem contar com as indicações referentes ao Ensino Médio. A partir desse momento começa um processo de formação dos professores e a elaboração e adequação dos currículos escolares nos sistemas de educação estaduais e municipais.

A terceira versão, contemplando o Ensino Médio, foi homologada em dezembro de 2018 (BRASIL, 2018). A estrutura relacionada pelas competências gerais da BNCC entre Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio ficou organizada dando-se destaque às competências gerais, como demonstrado na Figura 1, ficando o Ensino Médio subdividido em suas áreas do conhecimento e as competências gerais de cada área destacada, contemplando, nesta versão, os elementos cognitivos, pessoais e sociais que fazem parte do aprendizado a ser desenvolvido pelos estudantes.

O documento, orienta o trabalho das instituições escolares, seus professores e equipe pedagógica, ofertando uma base comum e promovendo uma aprendizagem alinhada às habilidades de cada área do conhecimento e também possibilitando o trânsito interdisciplinar.

**Figura 1: Organização das competências gerais da BNCC**



**Fonte:** BRASIL (2018).

No Ensino Médio, entende-se que o fazer científico envolve a elaboração, interpretação e aplicação de modelos explicativos para fenômenos naturais e sistemas tecnológicos. Assim, a BNCC propõe um aprofundamento, nas Ciências da Natureza, em duas temáticas: Matéria e Energia; Vida, Terra e Cosmos (junção de Vida e Evolução e Terra e Universo do Ensino Fundamental). Dentro dessas temáticas propostas, estão inseridas as disciplinas de Química, Física e Biologia, de maneira interligada.

Frente a essa circunstância, as entidades responsáveis pelos debates e construção de agendas coletivas na área de Química, a Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) e a Sociedade Brasileira de Ensino de Química (SBEEnQ), se demonstraram preocupadas com as novas diretrizes e repudiaram a iniciativa da BNCC. As observações das entidades apontam que os conhecimentos da Química e das demais ciências: “Configuram-se como conhecimentos que têm suas especificidades e que são necessários enquanto instrumentos para a melhor compreensão do mundo e de sua possibilidade de transformação” (XIII EDUQUI, 2019).

É importante destacar que a Resolução CNP/CP Nº 2, capítulo V, Art. 15 deixa claro que as instituições ou redes de ensino devem efetivar seus currículos preferencialmente até 2019, ou até o início do ano letivo de 2020 (BRASIL, 2018). Nessa perspectiva, com a nova BNCC na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química, define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas ainda no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza (BRASIL, 2018).

Cabe salientar que a Base orienta não apenas na construção dos currículos, mas na elaboração e revisão das propostas pedagógicas, nas políticas para formação de professores, nos materiais didáticos e avaliações. A BNCC traz consigo todo um trabalho feito no âmbito nacional, quando ela é inserida nas escolas é que se percebe como ela afeta a proposta pedagógica. A proposta pedagógica por sua vez irá definir, a partir da Base e do currículo o que ensinar, como ensinar, quando ensinar e como avaliar, na perspectiva que os alunos desenvolvam determinadas competências e habilidades. Embora a Base e os currículos organizam os conteúdos e as competências e habilidades de uma determinada forma, o desafio da proposta pedagógica é organizá-las em unidades temáticas, em projetos, conforme a realidade e a opção de cada escola (BRASIL, 2018).

Uma das perspectivas da nova Base é trabalhar com a pedagogia ativa, em que o aluno é o protagonista, desenvolvendo suas capacidades e sendo autor de sua produção. Embora a base não defina a metodologia, ela traz os parâmetros gerais em suas dez competências, propondo um perfil de aluno que se quer formar. Portanto a proposta pedagógica vai definir, através da pedagogia ativa, todas as maneiras como a escola vai organizar os seus currículos, seus recursos, o modo como a comunidade escolar irá interagir e as estratégias didáticas que poderão ser adotadas.

O grande objetivo da BNCC para o Ensino Médio é integrar conhecimentos e competências. Essa nova organização não quer dizer que haverá a exclusão das disciplinas, mas sim, uma maior conexão entre elas, além de uma maior proximidade com a realidade dos alunos. A ideia é que os estados, juntamente com seus municípios, possam padronizar um modelo curricular regionalizado. No Rio Grande do Sul, em que o norteador dos currículos das escolas gaúchas, homologado em

2021, é o Referencial Curricular Gaúcho, construído em regime colaborativo entre a Secretaria Estadual da Educação (SEDUC), a União Nacional dos Dirigentes Municipais da Educação (UNDIME) e o Sindicato do Ensino Privado no Rio Grande do Sul (SINEPE/RS), cujo objetivo é agregar as especificidades de cada cidade para que outros assuntos possam ser trabalhados de forma articulada, e não apenas na elaboração do currículo.

Vale destacar que a Base Nacional fará com que todo o país fale a mesma língua, por meio de uma estrutura única baseada em habilidades e competências. Para tanto, as escolas encontram-se em adequação e na busca de formas alternativas em todas as áreas do conhecimento, para que as dificuldades de ensino e aprendizagem possam ser, aos poucos, superadas.

Diversas variáveis podem resultar nas dificuldades de aprendizagem encontradas nos espaços educacionais. Conforme Rocha e Vasconcelos (2016), as dificuldades de aprendizagem estão envolvidas em uma multiplicidade de fatores, dentre eles:

- 1) Fatores psicodinâmicos – engloba, por exemplo, organização cerebral, visão, audição, maturidade, psicomotricidade;
- 2) Fatores sociais – diz respeito, por exemplo, ao nível socioeconômico, cultural e linguístico dos pais, às experiências vivenciadas;
- 3) Fatores emocionais e motivacionais – congrega, por exemplo a estabilidade emocional, o desejo, o afeto, a emoção, a personalidade;
- 4) Fatores intelectuais – refere-se, por exemplo, a capacidade mental global, as capacidades perceptivas, de resolução de problemas; e
- 5) Fatores escolares – envolve, por exemplo, a *práxis* pedagógica, a metodologia, a relação professor x aluno (ROCHA; VASCONCELOS, 2016, p. 3).

Além desta multiplicidade de fatores, alguns estudos demonstram que os alunos apresentam dificuldades de aprendizagem em Química, principalmente pela falta de contextualização com a realidade que os cerca e a relação aos assuntos que necessitam de conceitos básicos das disciplinas de Matemática e Língua Portuguesa (FARIAS, 2017). Para Ros (2003), a existência de três níveis de descrição da matéria: macroscópico (observacional), microscópico (atômico-molecular) e representacional (símbolos, fórmulas, equações) também se torna um desafio no aprendizado de Química.

Zabala (2007), salienta a importância do desenvolvimento de uma visão crítica de mundo, podendo analisar, compreender, e principalmente utilizar o conhecimento

construído em sala de aula para a resolução de problemas sociais, atuais e relevantes para a sociedade.

Para a superação desses e de outros desafios, se faz necessário recobrir a estrutura de revisão de conteúdos e currículos propostos na nova Base Nacional Comum Curricular e já mencionada em 2001 por Maldaner e Zanon. Para esses autores, é necessário construir uma iniciativa coletiva da organização curricular, que exige a participação ativa dos sujeitos, a mediação na construção do conhecimento e, principalmente, a organização curricular de acordo com situações da vivência dos estudantes e professores, de modo a inter-relacionar e significar conceitos científicos, procedimentos, atitudes e valores.

É necessário empregar uma linguagem, que seja explícito o significado dos termos e suas limitações, e os códigos de representação que mobilizam. Associado a isso, devemos situar os conceitos em relação ao âmbito experimental em que se constrói e se quantificam e, por isso, é prudente e necessário uma sequência de conteúdos na construção de currículos que tenham raízes nas práticas e saberes dos professores e alunos.

## 2.2 ANÁLISE DE PUBLICAÇÕES DO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA

A BNCC reafirma a responsabilidade da escola e comunidade escolar, especialmente, seus professores, na construção e implementação de currículos conectados com as necessidades da sociedade contemporânea. No entanto, o que podemos visualizar é que, o ensino de Química Orgânica surge de modo fragmentado e isolado no terceiro ano do Ensino Médio, sendo oferecido aos alunos a partir de uma sequência tradicional e que se expressa a partir dos conteúdos propostos nos livros didáticos, apresentados na seguinte ordem:

Introdução à Química Orgânica – ligações do carbono, cadeias carbônicas, fórmulas estruturais, identificação das funções orgânicas; estudo dos hidrocarbonetos – estrutura, nomenclatura, propriedades físicas, ocorrência; as principais classes funcionais de compostos orgânicos; interações intermoleculares; isomeria; reações orgânicas – substituição, adição, eliminação, oxirredução, desidratação, esterificação; noções de acidez e de basicidade em compostos orgânicos; polímeros; compostos naturais (PAIXÃO, 2019, p.18).

Associado ao estudo fragmentado e não contextualizado, observa-se nas escolas a execução e a manutenção de um currículo escolar engessado, ocasionando um descompromisso com a seleção e organização dos conteúdos a serem ensinados e a relação destes com o cotidiano dos sujeitos. Em meio a esse cenário, o professor de Química valoriza modelos curriculares que enfatizam fórmulas e a memorização (MAROJA, 2007 apud AMARAL *et al.*, 2016) fazendo com que, na maioria das vezes, durante todo o ano letivo, as aulas de Química do terceiro ano se destinem exclusivamente a nomenclatura e classificação dos compostos de carbono, numa dimensão meramente técnica de apresentação de conteúdos aos estudantes.

Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018), os professores são profissionais essenciais para a construção da nova escola, a qual deve propiciar ao estudante o desenvolvimento humano, cultural, científico e tecnológico, de modo que adquiram condições para atuar frente às exigências do mundo contemporâneo. Assim, vários esforços têm sido feitos para propor metodologias didáticas que tenham uma efetiva interferência na realidade educacional por meio de processos distintos de ensino e aprendizagem.

Nestes termos, a fim de compreender as propostas didáticas relacionadas ao ensino de funções orgânicas, foi realizada uma revisão sistemática. De acordo com Sampaio e Mancini (2007), esse tipo de revisão possui os seguintes passos: (1) definição da pergunta de investigação, (2) escolha da melhor estratégia de busca, (3) definição dos critérios de inclusão e exclusão de documentos, (4) análise da qualidade metodológica dos estudos incluídos na revisão, (5) apresentação dos resultados destacando características principais.

Esta revisão teve por objetivo integrar as informações de um conjunto de estudos, com o propósito de encontrar subsídios teóricos e metodológicos a respeito do tema abordado.

Para o passo 1, adotamos a seguinte pergunta de investigação: Quais os desafios e metodologias utilizadas no ensino de funções orgânicas? No passo 2, utilizamos como critérios para estratégia de busca: a) Pesquisa temporal de 10 anos (2010-2019), em periódicos avaliados com Qualis A1 e A2 encontrados na Lista de Classificação de Periódicos da área de Avaliação Ensino da CAPES – Quadriênio 2013-2016, disponibilizada na Plataforma Sucupira, além da Revista Química Nova na Escola, por ser um importante recurso na área da educação Química (COLEN, 2012); c) Análise de periódicos disponibilizados nas Plataformas Cafe-Capes, SciELO

Brasil e em plataformas próprias. Os periódicos selecionados se encontram no Quadro 1, abaixo.

Como critérios de busca foram utilizados os termos “funções orgânicas”, tendo como escopo o texto completo. Para selecionar os artigos a comporem a revisão sistemática (Quadro 1), definimos como critério de exclusão os artigos que não abordaram o conteúdo de funções orgânicas. Foram apurados 54 artigos.

**Quadro 1: Periódicos selecionados para Revisão Sistemática sobre funções orgânicas**

ISSN	Revista	Qualis	Nº artigos
1980-850X	Ciência & Educação	A1	0
2179-1309	Contexto & Educação	A2	0
1678-4634	Educação e Pesquisa	A1	0
1415-2150	Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências	A1	0
2179-426X	Rencima - Revista de Ensino de Ciências e Matemática	A2	1
1982-873X	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	A2	8
2238-2380	Revista de Educação, Ciências e Matemática	A2	1
0104-8899	Química Nova na Escola	B1	44
<b>Total</b>			<b>54</b>

Fonte: Autora (2021).

A partir da organização e seleção dos artigos desta pesquisa, foi realizada a leitura sistemática destes, tomando apontamentos dos aspectos principais de relevância dos textos, condizentes com os objetivos para a atual pesquisa. Uma síntese dos aspectos de cada artigo, além de outras informações como, ano de publicação em ordem crescente, título e autores podem ser consultados no Quadro 2, abaixo:

**Quadro 2: Artigos selecionados para análise da relevância sobre funções orgânicas**

<b>Publicações (2010-2019): Revista Química Nova Escola</b>				
<b>N°</b>	<b>Ano</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Síntese de cada artigo</b>
1	2010	Agrotóxicos: Uma Temática para o Ensino de Química	Cavalcanti, Rufino de Freitas, Nascimento de Melo e Freitas Filho	A abordagem deste trabalho envolveu os estudantes na construção dos conceitos de elementos químicos, substâncias, misturas, funções orgânicas, solubilidade, concentração, densidade, pontos de fusão e ebulição, bem como na pesquisa de fórmulas estruturais de agrotóxicos e de seus efeitos sobre o meio ambiente e na saúde humana.
2	2010	O que é uma Gordura Trans?	Merçon	O tema presente no artigo possibilita a abordagem de uma forma contextualizada e interdisciplinar de alguns tópicos do conteúdo programático de Química comumente presentes na educação básica, tais como: funções e reações da química orgânica, isomeria e cinética química.
3	2010	Vanilina: Origem, Propriedades e Produção	Pacheco e Damasio	O presente artigo busca ilustrar a importância comercial da vanilina, suas propriedades e aplicações. Além disso vislumbra uma maneira de se abordar o tema no ensino de Química.
4	2010	A Revolução Verde da Mamona	Cangemi, Santos e Neto	O artigo aborda o tema mamona e a possibilidade de combinar várias disciplinas e contemplar conteúdos de Química.
5	2010	Questões de Química no Concurso Vestibular da Unesp: Desempenho dos Estudantes e Conceitos Exigidos nas Provas	Silva, Maruyama, A.Oliveira e F. Oliveira	Apresenta alguns resultados de uma pesquisa sobre as provas de Química dos exames vestibulares da Unesp no período de 1990 a 2006. São destacados os dados sobre os conceitos mais e menos frequentes exigidos dos candidatos na resolução das questões e o desempenho dos vestibulandos na resolução de tais questões.
6	2011	As fotonovelas no ensino de Química	Ferreira e Silva	Este artigo apresenta uma discussão sobre uma proposta didática desenvolvida com estudantes do 3º ano do nível médio. Os conteúdos de Química foram abordados ao longo do processo de produção de fotonovelas.

7	2011	Bulas de Medicamentos, Vídeo Educativo e Biopirataria: Uma Experiência Didática em Uma Escola Pública de Porto Velho – RO	Lauthartte e Francisco Junior	O artigo tem o intuito de incentivar na busca por informações e de revisar alguns aspectos relacionados às funções orgânicas.
8	2011	Práticas de Processamento de Alimentos	Mello e Costallat	Este artigo relata uma experiência vivenciada em uma escola de campo durante o desenvolvimento de uma proposta de ensino de Química para uma turma de 3ª série do Ensino Médio baseada em técnicas de processamento de alimentos.
9	2011	Utilização do Cinema na Sala de Aula: Aplicação da Química dos Perfumes no Ensino de Funções Orgânicas Oxigenadas e Bioquímica	Dos Santos e Da Silva Aquino	O presente artigo descreve uma intervenção didática desenvolvida em duas turmas do 3º ano do Ensino Médio, nas quais se utilizou um filme comercial para abordagem dos conteúdos de funções orgânicas e bioquímica, baseados na temática Química dos perfumes.
10	2011	Algo Aqui Não Cheira Bem... A Química do Mau Cheiro	Silva, Benite e Soares	O presente trabalho busca explorar o universo dos odores como uma forma de contextualizar alguns temas da Química, explorando, para isso, o sistema olfativo.
11	2011	Aula de Química e Surdez: sobre Interações Pedagógicas Mediadas pela Visão	Pereira, M.Benite e C. Benite	O artigo objetivou estabelecer o diálogo com a cultura surda na aula de Química.
12	2012	Uma Abordagem Diferenciada para o Ensino de Funções Orgânicas através da Temática Medicamentos	Pazinato <i>et al.</i>	O artigo aborda a temática medicamentos na tentativa de contextualizar o ensino de funções orgânicas na disciplina de Química.

13	2012	Penicilina: Efeito do Acaso e Momento Histórico no Desenvolvimento Científico	Calixto e Cavalheiro	O objetivo geral deste artigo é oferecer subsídios teóricos para que o professor de Ensino Médio, ou mesmo de Química Orgânica em nível superior, possa discutir a influência de eventos científicos na história e vice-versa, usando a penicilina.
14	2012	Estudo de Caso em Aulas de Química: Percepção dos Estudantes de Nível Médio sobre o Desenvolvimento de suas Habilidades	Sousa, Rocha e Garcia	O artigo trata da aplicação de um Estudo de caso “ <i>Caso das macieiras da serra</i> ” abordando principalmente o tópico de Química: a isomeria de moléculas e revisando conteúdos estudados no 3º ano do Ensino Médio.
15	2012	Educação Alimentar: Uma Proposta de Redução do Consumo de Aditivos Alimentares	Albuquerque, Santos, Valle Cerqueira e A. Silva	Este trabalho objetivou a reeducação alimentar por meio da redução do consumo de alimentos aditivados. A pesquisa dos rótulos serviu como tema gerador para abordagem do assunto funções orgânicas, ministrado no 3º ano.
16	2012	A Química dos Agrotóxicos	Braibante e Zappe	Este trabalho descreve a história dos agrotóxicos e sua relação com os conteúdos de Química.
17	2013	Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química	Wartha, Silva e Bejarano	O presente trabalho faz uma análise de textos que abordam aspectos relacionados ao uso dos termos cotidiano e contextualização no ensino de Química.
18	2013	A Cana-de-Açúcar no Brasil sob um Olhar Químico e Histórico: Uma Abordagem Interdisciplinar	Braibante <i>et al.</i>	Este artigo apresenta uma oficina temática acerca da cana-de-açúcar e uma abordagem interdisciplinar.
19	2013	A Educação Química e o Problema da Automedicação: Relato de Sala de Aula	Silva e Pinheiro	O artigo apresenta um relato de experiência que partiu do problema da automedicação, desenvolvido em duas turmas de 2ª série de nível médio de uma escola pública.

20	2013	A Lavagem a seco	Borges e Machado	Inserção de uma abordagem centrada em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), com temática lavagem a seco nas aulas de Química do Ensino Médio.
21	2013	Ações e Reflexões durante o Estágio Supervisionado em Química: Algumas Notas Autobiográficas	Aguiar e Junior	O texto consiste em uma reflexão sobre experiências vivenciadas em Química no cotidiano escolar.
22	2014	A Química dos Chás	Braibante, Silva, Braibante e Pazinato	O artigo trata da temática chás e o estudo de fatos, fenômenos e objetos presentes no cotidiano dos estudantes.
23	2014	Oficina Temática Composição Química dos Alimentos: Uma Possibilidade para o Ensino de Química	Pazinato e Braibante	O objetivo da oficina foi relacionar os conteúdos de funções orgânicas e biomoléculas com a temática proposta, a fim de fazer com que os alunos compreendessem a composição Química dos alimentos.
24	2014	Utilização do jogo de tabuleiro - ludo - no processo de avaliação da aprendizagem de alunos surdos	Ferreira e Nascimento	A proposta deste trabalho foi utilizar um jogo didático (ludo) como instrumento de avaliação da aprendizagem em vez dos instrumentos tradicionais (prova escrita, pesquisas etc.) e verificar o desempenho e a satisfação dos alunos surdos em relação a essa forma de avaliar na disciplina Química.
25	2014	Análise de Instrumentos de Avaliação como Recurso Formativo	Freire, Silva e Silva Júnior	A estratégia consistiu em discutir o referencial teórico das dificuldades cognitivas e habilidades requeridas a estudantes do Ensino Médio para a execução de tarefas expressas em avaliações escritas de conceitos relacionados à Química Orgânica.
26	2015	A Química da Cerveja	Rosa e Afonso	Além de ser um importante tema de instrução técnica e prática para os alunos, a cerveja também se presta para diversas experiências em sala de aula envolvendo concentrações e reações em meio ácido.

27	2015	Abordando o Tema Alimentos Embutidos por Meio de uma Estratégia de Ensino Baseada na Resolução de Casos: os Aditivos Alimentares em Foco	Freitas-Reis e Faria	O caso possibilitou tratar alguns aditivos químicos, como as substâncias nitrito, nitrato e nitrosamina. Também foram abordados conceitos de Química e cinética química, bem como algumas funções orgânicas como hidrocarbonetos aromáticos.
28	2015	Química e Armas Não Letais: Gás Lacrimogêneo em Foco	Amorim, Silva, Paiva e V. Silva	O artigo trata da Química dos lacrimogêneos é um tema interdisciplinar que desperta o interesse dos alunos, principalmente devido ao momento histórico de hoje, fornece conhecimentos práticos e contextualiza o estudo de Química.
29	2015	Jeans: a relação entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais para o Ensino de Química	München <i>et al.</i>	Este artigo apresenta a história do jeans desde sua criação. São apontados alguns tópicos que podem ser desenvolvidos no ensino de Química a partir do tema jeans e, especificamente, uma abordagem deste sob a perspectiva CTS.
30	2016	Isômeros, Funções Orgânicas e Radicais Livres: Análise da Aprendizagem de Alunos do Ensino Médio Segundo a Abordagem CTS	Diniz Júnior e Silva	Este artigo buscou analisar a aprendizagem de alunos do Ensino Médio de Química de uma escola pública estadual do interior de Pernambuco com base na abordagem CTS.
31	2016	Pinhão, Quirera e Tapioca: das prateleiras para as bancadas dos laboratórios de Química	Rosa e Scheleder	O objetivo deste trabalho é ampliar os estudos nessa área e adaptar materiais de baixo custo para desenvolvimento de cromatografia líquida em coluna.
32	2016	Análise de Alimentos: Contextualização e Interdisciplinaridade em Cursos de Formação Continuada	Santos <i>et al.</i>	O presente trabalho é um relato sobre a elaboração e a realização de uma oficina voltada para licenciandos e professores de Biologia e de Química cujo tema foi alimentos com ênfase nas informações presentes nos rótulos de alimentos industrializados.

33	2016	Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química	Machado	O artigo trata sobre como o uso do computador tem sido empregado na Química como alternativa viável para facilitar a apreensão de conteúdos com consequente mudança conceitual e, assim, a efetivação da aprendizagem.
34	2016	Desenvolvimento e Aplicação de <i>Webquest</i> para Ensino de Química Orgânica: Controle Biorracional da Lagarta-do-Cartucho do Milho	Da Silva <i>et al.</i>	O trabalho apresenta o desenvolvimento e a aplicação de uma <i>Webquest</i> voltada para o ensino de química orgânica.
35	2017	A Química na Odontologia	Storgatto, F. Braibante e S. Braibante	O artigo apresenta propostas de atividades para o ensino de Química a partir da "Química-Odontologia", abordando problemas comuns de saúde bucal e a Química envolvida no processamento radiográfico odontológico, anestésicos locais e materiais restauradores.
36	2017	O milho das comidas típicas juninas: uma Sequência Didática para a contextualização sociocultural no ensino de Química	Rodrigues, Santos, Lima, Saldanha e Weber	Apresenta uma Sequência Didática que aproxima conceitos químicos da realidade dos estudantes numa perspectiva de contextualização sociocultural, estruturada na dinâmica dos momentos pedagógicos.
37	2017	Plantas Medicinais: uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais	Loyola e Silva	O artigo apresenta uma oficina temática para aulas de Química no Ensino Médio, abordando plantas Medicinais para discutir grupos funcionais.
38	2017	Terpenos, aromas e a Química dos compostos naturais	Felipe e Bicas	Aborda os aspectos da interdisciplinaridade entre a Biologia e a Química, particularmente no que se refere à produção seletiva de compostos de aroma (principalmente terpenos) por via biotecnológica.
39	2017	Temática Chás: Uma Contribuição para o Ensino de Nomenclatura dos Compostos Orgânicos	Silva, Ribeiro, Gramosa e Mazzetto	A temática Chás foi empregada como uma ferramenta de ensino devido às suas propriedades benéficas no organismo e pelas substâncias orgânicas que os constituem.

40	2018	“Luzes” capilar: dos salões de beleza à educação Química	Keyller e Pinheiro	Enfatiza a aplicação do conhecimento químico e sugere conteúdos que podem ser abordados em aulas de Química de nível médio: oxirredução, agentes oxidantes, substâncias e funções orgânicas, composição e estrutura dos cabelos, reações exotérmicas, misturas, dissolução e unidades de concentração para compreensão dos fenômenos envolvidos no procedimento de “luzes”.
41	2018	Arte na Educação Para as Relações Étnico-raciais: Um Diálogo com o Ensino de Química	Silva e Francisco Junior	Este trabalho explora duas obras de artes, uma canção e uma pintura, as quais permitem debater a Arte na Educação Para as Relações Étnico-raciais, temática social dos negros, bem como favorecer a conexão de questões étnico-raciais e conceitos químicos.
42	2018	Pistas Orgânicas: um jogo para o processo de ensino e aprendizagem da Química	Da Silva <i>et al.</i>	É apresentada uma proposta de ensino para trabalhar o conteúdo de funções orgânicas em disciplinas de Química do Ensino Médio e superior. A proposta se configura como uma atividade lúdica denominada de Pistas Orgânicas que consiste na adaptação do Jogo Perfil®.
43	2019	A Química dos Alimentos Funcionais	Cañas e Braibante	Este trabalho, traz uma proposta de como abordar esta temática por meio de algumas atividades para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de Química na escola.
44	2019	Propostas de Ensino de Química focadas nas Questões Étnico-Raciais: uma experiência na licenciatura e seus desdobramentos para o nível médio	Massi <i>et al.</i>	Este artigo tem como objetivo apresentar um conjunto de temas envolvendo as questões Étnico-Raciais e sua abordagem no Ensino de Química.
<b>Publicações (2010-2019): Revista de Educação, Ciências e Matemática</b>				
<b>N°</b>	<b>Ano</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Síntese de cada artigo</b>

45	2018	Reflexões sobre aprender/ensinar Química: Interdisciplinaridade, biotecnologia, audiovisual, cidadania, e direitos humanos em sala de aula	Nogueira, Yamasaki, Silva, Queiroz, Vasconcelos	O artigo trata da experiência de concepção e aplicação de estratégia pedagógica, incluindo a construção de material audiovisual.
<b>Publicações (2010-2019): Rencima - Revista de Ensino de Ciências e Matemática</b>				
<b>N°</b>	<b>Ano</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Síntese de cada artigo</b>
46	2019	Ludicidade como mediação pedagógica: Desenvolvimento de um projeto voltado ao ensino de Química	Carvalho <i>et al.</i>	Foi proposto um projeto de intervenção abrangendo a unidade curricular Química intitulado “É possível aprender Química brincando?” Para isso, foram utilizadas atividades lúdicas nomeadas: Tabela de Tampinha, Passa ou Repassa, TermoQuiz, Força Química, OrganoCranium, OrganoBingo e OrganoMemória.
<b>Publicações (2010-2019): Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia</b>				
<b>N°</b>	<b>Ano</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Síntese de cada artigo</b>
47	2010	Utilização de diferentes Estratégias de Ensino a partir de Situação de Estudo	Freitas Filho	Se verifica a interferência positiva do uso de diferentes estratégias de ensino, tais como, painel integrado, estudo do meio, experimentação e estudo de texto, na abordagem da química orgânica a partir de situação de estudo.
48	2012	Extração e separação cromatográfica de pigmentos de pimentão vermelho: utilização de materiais alternativos	Rufino Freitas <i>et al.</i>	Este artigo descreve um experimento de extração e separação cromatográfica de pigmento de pimentão utilizando materiais alternativos. O experimento permitiu ilustrar conceitos de misturas, substâncias, solubilidade, polaridade e de funções orgânicas.
49	2013	Estudo de Caso: uma proposta para abordagem de funções da Química Orgânica no Ensino Médio	Alba, Salgado e Del Pino	Este trabalho consiste na análise de uma experiência de aplicação do método de Estudo de Caso como forma de abordagem das funções da química orgânica por meio do tema “Medicamentos”.

50	2013	Biodiesel a partir de óleo de fritura: uma temática atual para abordagem das relações CTS em uma sala de aula de Química	Azevedo, Bejan, Campos e Almeida	Trata do biodiesel como uma temática para abordagem das relações CTS atreladas aos conteúdos de Química.
51	2015	Vitamina C: uma proposta para Abordagem de Funções Orgânicas no Ensino Médio	Martins, Machado, Baron e Tonin	Foi escolhida a vitamina C como tema de estudo para ensinar funções orgânicas e a proposta foi estruturada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov.
52	2015	Brincoquímica: Uma Ferramenta Lúdico-Pedagógica para o Ensino de Química Orgânica	Rufino Freitas <i>et al.</i>	Esse artigo relata uma experiência que utiliza jogos como metodologia de ensino na aprendizagem de Química Orgânica, para auxiliar o ensino de isomeria e funções oxigenadas de alto potencial didático, e que deve ser mais explorado em prol da qualidade do ensino de Química.
53	2015	A Química na cozinha: possibilidades do tema na formação inicial e continuada de professores	Chacon <i>et al.</i>	Este trabalho discute a aplicação e avaliação do curso de extensão “A Química na cozinha”, com objetivo de contribuir na formação inicial e continuada de professores. Várias ferramentas como: mapa conceitual e um diagrama V e vídeo foram aplicados visando discutir e estimular os cursistas a utilizarem diversas metodologias em sala de aula.
54	2019	Reflexões baseadas no diálogo entre o exame nacional do Ensino Médio, currículo e prática docente no ensino de Química	Carvalho, Ciszewski e Cintra	O artigo propõe um diálogo entre três esferas dentro da educação básica: currículo, prática docente e avaliações externas, em especial o Enem (2009 - 2015) e Currículo Estadual Paulista. Os resultados demonstram que há congruência para os conteúdos orientados para 1º ano do Ensino Médio e para o 2º e 3º anos observou-se divergência entre conteúdos avaliados nas provas e aqueles presentes no currículo real, desenvolvidos pelos docentes analisados.

Fonte: Autora (2021).

Após a sistematização dos 54 artigos, foi desenvolvida a análise das publicações, onde cada artigo foi lido e examinado a partir de um roteiro previamente elaborado (Apêndice A), que considerou os seguintes critérios de análises: *Caracterização, Aspectos metodológicos, Metodologia de ensino e Resultados* (MIRANDA; BRAIBANTE; PAZINATO, 2018).

Em relação à *Caracterização*, os artigos foram analisados a partir das categorias a priori: revista, título, ano, instituição e país de origem. A caracterização dos artigos dispõe de informações importantes, pois revela sua origem e período, dados que possibilitam avaliar o acesso a pesquisas e produção de artigos no período de 2010-2019 sobre funções orgânicas.

No critério *Aspectos metodológicos*, buscou-se descrever o perfil metodológico dos estudos, tais como: Natureza da pesquisa, Abordagem da pesquisa e Nível de ensino. Já, na categoria Natureza da pesquisa, os artigos foram classificados em teórico ou empírico. A Abordagem da pesquisa refere-se aos métodos empregados à coleta e análise dos dados e classificadas em: pesquisa qualitativa, pesquisa quantitativa e pesquisa mista.

Em relação ao Nível de ensino, os artigos foram organizados de acordo com as etapas da educação brasileira: Ensino Fundamental (1º ao 9º ano), Ensino Médio (1ª a 3ª séries) e Educação Superior e, a modalidade de Educação para Jovens e Adultos (EJA).

No critério *Metodologia de Ensino* foi identificada a estratégia de ensino adotada de acordo com os seguintes critérios: Sequência Didática, Experimentação, Estudo de caso, Jogos e *Webquest*, Software, Tema contextualizador, Questões de vestibular e Oficina Temática.

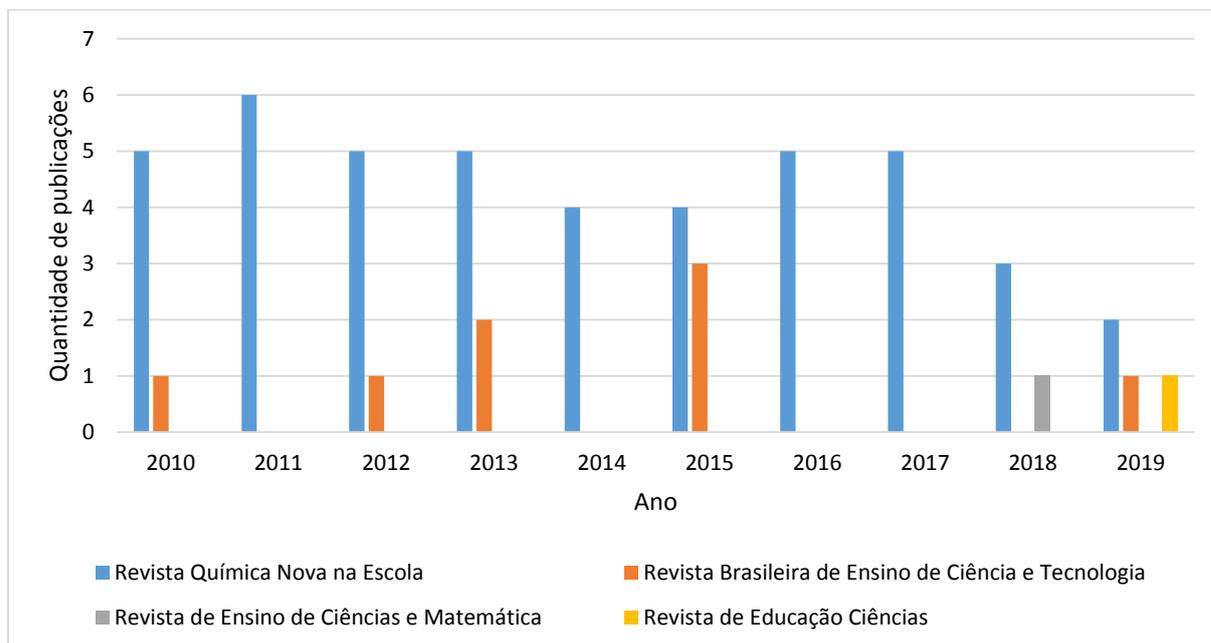
Por fim, o critério *Resultados* apresenta uma análise das contribuições dos artigos avaliados para o ensino e aprendizagem de funções orgânicas.

#### **a) Critério: Caracterização**

Dos 54 trabalhos, a maioria foi publicada na Revista Química Nova na Escola (82%) e na Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia (15%). Apenas um artigo foi encontrado na Revista de Ensino de Ciências e Matemática e um na Revista de Educação, Ciências e Matemática.

A Figura 2 apresenta o número de artigos publicados por ano no período estipulado e nas revistas citadas.

**Figura 2: Número de artigos publicados sobre funções orgânicas no período pesquisado (2010-2019)**



**Fonte:** Autora (2021).

Em termos de distribuição no período destacado, a quantidade de publicações se mantém constante ao longo do tempo na Revista Química Nova na Escola, com média de 5 artigos/ano até 2017. Na Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, o maior número de produções foi no ano de 2015. Na Revista de Ensino de Ciências e Matemática apenas um artigo foi publicado no ano de 2019 e o mesmo número na Revista de Educação Ciências, no ano de 2018.

Ainda no critério caracterização, foi feita a distribuição dos 54 trabalhos produzidos com relação às respectivas Instituições de Ensino, sua distribuição geográfica no país pode ser visualizada no Quadro 3.

**Quadro 3: Resultados referentes à caracterização sobre funções orgânicas**

Instituição	Estado	Nº do artigo	Quantidade de publicações	Quantidade total de publicações
Colégio Nossa Senhora da Conceição	PE	1	1	7
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)	PE	9, 30, 47, 48, 50, 52	6	
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC)	SC	3	1	1

Instituto de Ensino Superior das Faculdades COC	SP	4	1	7
Universidade de São Paulo (USP)	SP	13, 41	2	
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp)	SP	5	1	
Universidade Estadual Paulista (UNESP)	SP	44	1	
UFSCar. São Carlos, SP	SP	34	1	
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo	SP	54	1	
Instituto Federal Baiano Campus Guanambi.	BA	6	1	1
Universidade Federal de Rondônia (UNIR)	RO	7, 21	2	2
Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)	RS	8	1	11
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)	RS	12, 16, 18, 22, 23, 29, 35, 43	8	
Universidade Federal de Pelotas (UFPeI)	RS	14	1	
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	RS	49	1	
Universidade Federal de Goiás (UFG)	GO	10, 11	2	3
Instituto Federal Goiano (IFGoiano)	GO	46	1	
Universidade Estadual de Alagoas (UNEAL)	AL	15	1	1
Universidade de São Paulo USP (Itabaiana, SE)	SE	17	1	2
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS)	SE	24	1	
Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ)	MG	19, 38, 39, 40	4	6
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)	MG	27	1	
Escola Estadual Coronel Mariano Murta	MG	37	1	
Universidade de Brasília (UnB)	DF	20	1	1
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)	RN	25, 42	2	1
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	RJ	26, 32, 45	3	5
Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)	RJ	2	1	
Universidade Federal Fluminense (UFF)	RJ	53	1	

Universidade Federal do Ceará (UFC)	CE	28, 33, 39	3	3
UNICENTRO. Guarapuava, PR	PR	31	1	2
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	PR	51	1	
UFPB João Pessoa	PB	36	1	1

Fonte: Autora (2021).

É possível verificar que dos 54 artigos analisados, a Região Sudeste lidera o maior número de publicações (33%) e em seguida a Região Nordeste (30%). Na Região Sul foram obtidos 15 trabalhos (26%), sendo que no estado do Rio Grande do Sul se encontra a maior concentração de artigos publicados e a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) é a instituição de ensino que possui o maior número de publicações no período destacado, com um total de oito trabalhos sobre funções orgânicas.

#### b) Critério: Aspectos Metodológicos

Em relação aos aspectos metodológicos, foram consideradas as seguintes categorias: a) Natureza da pesquisa; b) Abordagem da pesquisa; c) Nível de ensino. O resultado dessa análise é apresentado no Quadro 4, na sequência.

#### Quadro 4: Resultados referentes aos aspectos metodológicos dos artigos analisados sobre funções orgânicas

	Frequência	Porcentagem (%)
<b>Natureza da pesquisa</b>		
Teórica	16	29,6
Empírica	38	70,4
<b>Abordagem da pesquisa</b>		
Qualitativa	54	100
Quantitativa	0	0
Mista	0	0
<b>Nível de ensino</b>		
Ensino Fundamental	0	0
Ensino Médio	44	81,5
Ensino Médio/EJA	1	1,8
Ensino Médio/ Educação Superior	2	3,7
Educação Superior	7	13

Fonte: Autora (2021).

O Quadro 4, permite analisar que maior parte dos trabalhos possui abordagem empírica (70,4%), cujas fontes de dados foram questionários diagnósticos, testes, entrevistas, exercícios e relatórios. Observou-se que muitas pesquisas empíricas se dedicaram em investigar as inferências pedagógicas da utilização de diferentes estratégias de ensino na abordagem do conteúdo de funções orgânicas.

É possível citar o estudo de Pereira, Benite e Benite (2011), que propuseram atividades de aprendizagem através dos sentidos para alunos surdos de acordo com as habilidades de comunicação expressiva e receptiva. O trabalho de Silva, Benite e Soares (2011) explorou o universo dos odores como forma de oferecer uma nova maneira de contextualizar alguns temas da Química, explorando, para isso, o sistema olfativo.

Carvalho *et al.* (2019) elaboraram e construíram jogos e atividades lúdicas para alunos de diferentes séries do Ensino Médio. Os conteúdos de Química abordados nas atividades da 1ª série foram: Tabela Periódica e Ligações Químicas, na 2ª série, Termoquímica, Tabela Periódica e Ligações Químicas e na 3ª série, o conteúdo de funções orgânicas (CARVALHO *et al.*, 2019). Por meio de um questionário, foi possível observar que atividades dessa natureza favorecem a interação entre sujeitos e proporcionam a aprendizagem do conteúdo por meio da motivação.

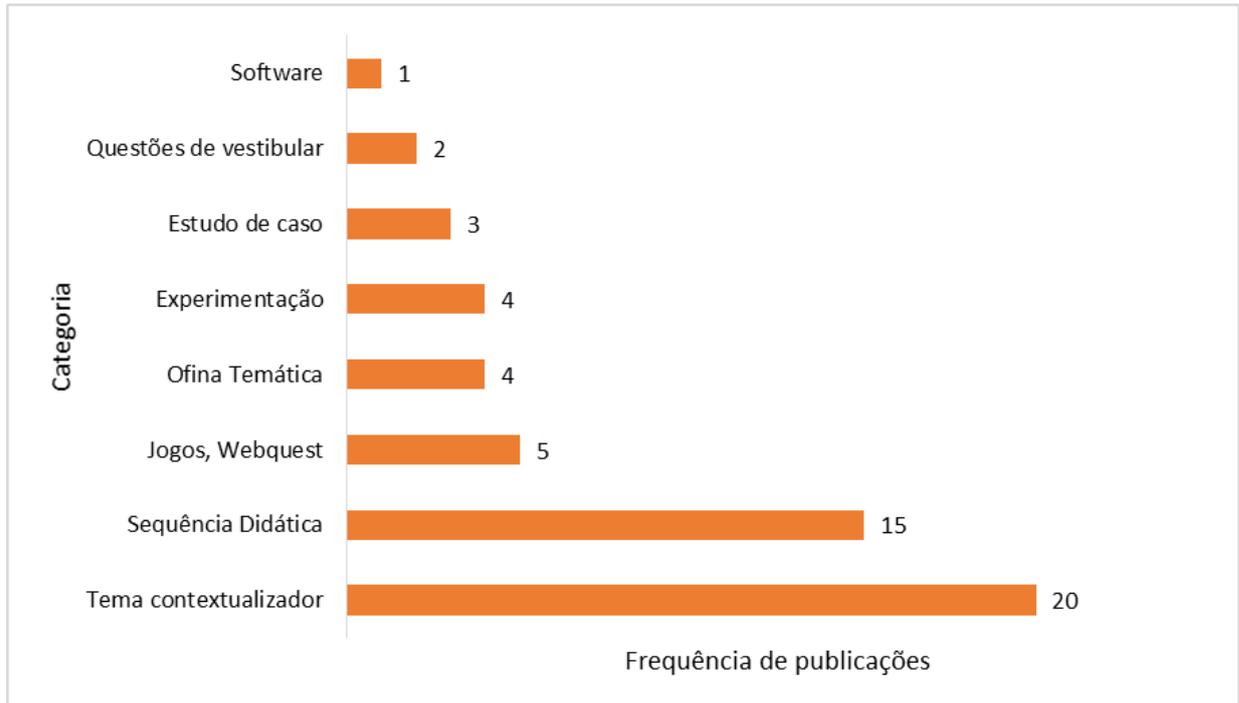
Quanto à abordagem das pesquisas, 100% das investigações são de caráter qualitativo. Segundo Souza (2006), as pesquisas qualitativas se intensificaram no ensino de Química nas últimas duas décadas, e umas das razões é que o ensino na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias exige uma abordagem mais holística e interpretativa de suas problemáticas.

Em relação ao nível de ensino, verificou-se a predominância de 81,5% dos trabalhos voltados para o Ensino Médio, demonstrando grande preocupação com a qualidade do ensino e aprendizagem nesta etapa escolar. Detectou-se que 3,7% dos trabalhos foram dedicados ao Ensino Médio e Educação Superior simultaneamente. Ainda, 13% das pesquisas são voltadas exclusivamente para o Ensino Superior, demonstrando interesse acadêmico em contribuir com a qualidade da formação superior. Apenas 1,8% dos trabalhos estão destinados à Educação de Jovens e Adultos (EJA) e Ensino Médio, evidenciando que há pouco interesse dos pesquisadores em relação ao tema neste nível de escolarização.

### c) Critério: Metodologia de Ensino

Referente ao critério *Metodologia de Ensino*, emergiram oito categorias, as quais se encontram sistematizadas na Figura 3.

**Figura 3: Resultados referentes à Metodologia de ensino dos artigos analisados sobre funções orgânicas**



**Fonte:** Autora (2021).

Observamos diferentes metodologias de ensino nos trabalhos publicados como ferramenta de aprendizagem para funções orgânicas no período de 2010-2019. O uso de metodologias de ensino, ocorre como estratégias ou recursos didático-metodológicos alternativos ou inovadores. Dentre as categorias<sup>1</sup>, foram encontrados, o uso de metodologias como tema contextualizador<sup>2</sup>, sequências didáticas, jogos e *webquest*, oficinas temáticas, estudos de casos, questões de vestibulares, softwares e o uso de experimentos investigativos.

<sup>1</sup> Alguns artigos apresentavam mais de uma categoria, no entanto por uma análise interpretativa, optou-se por classificar na metodologia que mais prevaleceu.

<sup>2</sup> Tema contextualizador, foi considerado uma metodologia de ensino.

Com o intuito de facilitar a compreensão dos resultados, será utilizado as numerações de 1 a 54 apresentadas no Quadro 2 para as indicações dos artigos analisados.

Entre as metodologias categorizadas, o *Tema contextualizador* foi a categoria que se destacou, perfazendo 37% dos trabalhos. A ideia do uso do tema contextualizador no ensino, requer a intervenção do estudante em todo o processo de aprendizagem, fazendo as conexões entre os conhecimentos (MENEZES, 2001). Foram encontrados 20 artigos que trataram de temas contextualizadores, sendo eles: 2, 3, 4, 10, 13, 15, 16, 17, 20, 22, 26, 28, 29, 35, 38, 39, 41, 43 e 53. Dentre os temas, alguns estão relacionados a alimentação como: educação alimentar, Química na cozinha, gorduras trans, vanilina, terpenos, aromas, compostos naturais, mamona, a Química dos chás e a Química da cerveja, outros a medicamentos como a Penicilina. Também foram encontrados artigos que tratam sobre o ensino de funções orgânicas contextualizando com o uso de agrotóxicos, lavagem a seco, Química e armas não letais, jeans, Odontologia, educação étnico-racial, Química do mau cheiro, entre outros.

A contextualização no ensino de Química é motivada quando há significação humana e social. Para Marcondes (2008) uma das maneiras de promover esta significação é a abordagem temática, e o tema escolhido deve permitir o estudo da realidade. Nesse sentido, Pazinato e Braibante (2014) sinalizam que a abordagem de temáticas no ensino de Química visa favorecer o processo de ensino e aprendizagem e contribuir para a formação do caráter cidadão dos alunos.

A segunda categoria com maior produção foi a *Sequência Didática*, sendo 15 artigos (28%) das publicações sobre o ensino de funções orgânicas no período destacado. As sequências didáticas são “um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual, oral ou escrito” (DE ARAÚJO, 2013, p.324 apud DOLZ, 2004, p.97). São atividades articuladas, conectadas entre si, planejadas para ensinar um conteúdo, etapa por etapa para a realização de certos objetivos educacionais (ZABALA, 1998; CABRAL, 2017).

Diante disso, é possível observar nas publicações de números 1, 6, 7, 9, 11, 19, 21, 25, 30, 36, 44, 45, 47, 50, e 51, contidas no Quadro 2, o desenvolvimento de sequências de atividades relacionadas ao cotidiano do aluno. Entre as publicações estão os trabalhos de Ferreira e Silva (2011), artigo de número 6, que traz o desenvolvimento de uma Sequência Didática com alunos do terceiro ano do Ensino

Médio na produção de fotonovelas relacionando conteúdos sociais e conteúdos de Química. Dos Santos, Da Silva Aquino (2011), no artigo 9, trazem a utilização do cinema na sala de aula com o uso da Química. No trabalho de Massi *et al.* (2019) destaca-se propostas de ensino de Química focadas nas questões étnico-raciais, assunto este ausente nas escolas (HEIDELMANN; DA SILVA, 2018).

Em relação à categoria *Jogos e Webquest*, encontrou-se cinco trabalhos correspondendo a 9% das publicações, sendo que quatro deles retratam a categoria de jogos como pode-se observar nos artigos de números: 24, 42, 46 e 52 e apenas o artigo de número 34 abordou sobre *webquest*.

O artigo número 24, traz a utilização do jogo de tabuleiro sobre conceitos básicos de química orgânica, no processo de avaliação da aprendizagem de alunos surdos. Segundo Ferreira e Nascimento (2014), a ausência de materiais didáticos que atendam às suas especificidades e métodos de avaliação de aprendizagem são entraves e práticas bastante comuns no ambiente escolar em qualquer nível de ensino para alunos surdos. No trabalho de Da Silva *et al.* (2016), número 34, observa-se o desenvolvimento e aplicação de *Webquest* para ensino de Química Orgânica: controle biorracional da lagarta-do-cartucho do milho, que teve como proposta trabalhar com a transposição didática de conhecimento gerado em um laboratório de pesquisas de Química para a sala de aula.

Na publicação de número 42, pistas orgânicas: um jogo para o processo de ensino e aprendizagem da Química, os autores Da Silva *et al.* (2018), apresentam uma atividade lúdica para ser desenvolvida em aulas de Química Orgânica do Ensino Médio e do Ensino Superior, através da qual é feita uma abordagem conceitual das principais características e propriedades das funções orgânicas.

Na análise do artigo 46, observa-se a ludicidade como mediação pedagógica: desenvolvimento de um projeto voltado ao ensino de Química e no trabalho de número 52, com o título: Brincoquímica: uma ferramenta lúdico-pedagógica para o ensino de Química Orgânica. É possível perceber que o uso de atividades lúdicas no ensino de Química está associado à busca por melhorias no processo de ensino e aprendizagem (FREITAS FILHO *et al.*, 2012; MIRANDA *et al.*, 2018).

Na categoria *Experimentação*, encontrou-se quatro trabalhos 7%, sendo as publicações de números: 8, 12, 31 e 48. Este tipo de metodologia permite estimular o aprendizado de Química por meio de atividades práticas, além de aproximar os conteúdos com a vivência do aluno (MELLO; COSTALLAT, 2011).

O trabalho 8 teve como enfoque a experimentação, baseada em técnicas de processamento de alimentos realizadas pelos próprios alunos, utilizando a cozinha da escola. Com isso, foi possível abordar conceitos como funções e propriedades de compostos orgânicos (MELLO; COSTALLAT, 2011). O artigo 12, tratou de uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos. Com esse propósito, o artigo aborda a temática medicamentos na tentativa de contextualizar o ensino de funções orgânicas na disciplina de Química, aliada a uma atividade experimental de identificação de grupos funcionais, tendo como amostras reais os medicamentos (PAZINATO *et al.*, 2012).

No artigo 31, Rosa e Scheleder (2016), permitem mostrar através da atividade experimental cromatografia e os alimentos, pinhão, quirera e tapioca, a possibilidade de fazer considerações relevantes de conteúdos da Química, tais como separação de misturas, polaridade, interações intermoleculares e propriedade de funções orgânicas. A separação cromatográfica, é relatada também no artigo 48, como experimento didático com a utilização de materiais alternativos como, os pigmentos de pimentão vermelho (FREITAS *et al.*, 2012).

A categoria *Oficina temática* também foi encontrada, alcançando um percentual de 7%, contemplando os artigos: 18, 23, 32 e 37. Conforme Pazinato e Braibante (2014), “as oficinas temáticas possuem como alicerces a contextualização do conhecimento e a experimentação” (PAZINATO; BRAIBANTE, 2014, p.1). Para Marcondes (2008, p. 73):

A oficina temática se configura como um instrumento de divulgação do saber científico, procurando estabelecer uma relação contextualizada entre os conteúdos a serem trabalhados e os interesses dos alunos, além de permitir o diálogo e a tomada de decisões em grupo, a interpretação de dados e a construção individual do conhecimento, através das atividades propostas, gerando uma visão mais global da ciência.

No artigo 18, é possível verificar uma oficina interdisciplinar realizada abordando aspectos químicos e históricos da cana-de-açúcar no Brasil (BRAIBANTE *et al.*, 2013). Também foi detectado no trabalho de número 23, uma oficina temática sobre a composição Química dos alimentos, como possibilidade para o ensino de Química (PAZINATO; BRAIBANTE, 2014).

Santos *et al.* (2016) apontam, no artigo 32, um exercício necessário aos docentes, possibilitando a ampliação de seus conhecimentos e percebendo como o mundo pode ser entendido por meio da ciência. A publicação trata da análise de

alimentos: contextualização e interdisciplinaridade em cursos de formação continuada, a oportunidade de realizar experimentos e refletir teoricamente seus resultados.

Loyola e Silva (2017), artigo 37, sugerem a proposta de uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais com o uso de plantas medicinais. Na visão dos autores, “as oficinas temáticas podem possibilitar a inserção do contexto do estudante em sala de aula, promovendo a aprendizagem e desenvolvendo no estudante uma visão crítica para tomar decisões em seu meio” (LOYOLA; SILVA, 2017, p.59).

Referente a categoria *Estudo de caso*, foram encontradas 6% das publicações de números 14, 27 e 49. “A Estratégia de Ensino Estudo de Caso, ocorre a partir de casos investigativos que possuem uma problemática, a qual o aluno é convidado a solucionar” (FREITAS-REIS; FARIA, 2015, p. 63).

No artigo 14, Estudo de Caso em Aulas de Química: Percepção dos estudantes de nível médio sobre o desenvolvimento de suas habilidades, os autores relatam a experiência de uma vivência de interação da universidade com a realidade da escola da educação básica interagindo com os alunos, propondo ações e, sobretudo, refletindo sobre a prática docente (SOUSA; ROCHA; GARCIA, 2012). Tópicos disciplinares e interdisciplinares foram desenvolvidos com os estudantes na aplicação do caso como: interpretação de gráficos e tabelas, identificação de funções orgânicas nos compostos organofosforados e organoclorados, concentração de soluções, diluição, isomeria espacial, isomérica, propriedades físicas e especificidade dos isômeros cis/trans (SOUSA; ROCHA; GARCIA, 2012).

A publicação número 27: Abordando o tema alimentos embutidos por meio de uma estratégia de ensino baseada na resolução de casos: Os aditivos alimentares em foco, buscou-se destacar como o estudo de caso em aulas de Química pode ser adotada no Ensino Médio, trazendo o enfoque de alguns conceitos sobre aditivos químicos, termoquímica, cinética química e ainda a abordagem de algumas funções orgânicas (FREITAS-REIS; FARIAS, 2015).

O último artigo encontrado nesta categoria, artigo 49, Estudo de Caso: uma proposta para abordagem de funções da Química Orgânica no Ensino Médio, teve como objetivo desenvolver uma prática pedagógica a fim de contribuir para que o aluno tenha compreensão do conhecimento científico e perceba sua vinculação com a realidade que o cerca. (ALBA; SALGADO; DEL PINO, 2013). Através da temática

medicamentos, os estudantes assimilaram “as características das funções orgânicas e de seus correspondentes grupos funcionais, ao mesmo tempo em que se conscientizavam dos perigos da automedicação” (ALBA; SALGADO; DEL PINO, 2013, p.90).

Os estudos de caso facilitam o aprendizado de conceitos químicos e favorecem o fortalecimento de habilidades nos estudantes que possam instrumentá-lo para a tomada de decisão e o exercício da cidadania (ALBA; SALGADO; DEL PINO, 2013; LOYOLA; SILVA, 2017).

Também é possível mencionar que a categoria *Questões de vestibular* obteve um quantitativo de 4% dos trabalhos publicados, entre eles estão os artigos: 5 e 54.

Silva *et al.* (2010), publicação 5, refletem sobre as questões de Química no concurso vestibular da Unesp: desempenho dos estudantes e conceitos exigidos nas provas. O artigo 54, propõe um diálogo entre três esferas importantes dentro da educação básica: o currículo, a prática docente e as avaliações externas, em especial o ENEM (CARVALHO; CISZEVSKI; CINTRA, 2019).

Apenas 2% das publicações estão inseridas na categoria *Software*. O artigo 33, título: Uso de softwares educacionais, objetos de aprendizagem e simulações no ensino de Química. Machado (2016), relata que o uso do computador tem sido empregado na Química como alternativa viável para facilitar a apreensão de conteúdos com consequente mudança conceitual e, assim, a efetivação da aprendizagem.

#### **d) Critério: Resultados**

Os resultados quanto aos conteúdos encontrados nos artigos publicados são: elementos químicos, substâncias, misturas, funções orgânicas, solubilidade, concentração, densidade, pontos de fusão e ebulição, fórmulas estruturais, reações orgânicas, isomeria, cinética química, bioquímica, biomoléculas, concentrações e reações em meio ácido, cromatografia, oxirredução, agentes oxidantes, substâncias orgânicas, reações exotérmicas, dissolução, unidades de concentração, solubilidade, polaridade e composição de substâncias. Na maior parte dos artigos o conteúdo sobre funções orgânicas prevalece.

Uma das principais contribuições está no fato dos trabalhos buscarem em sua totalidade investigações que tenham sentido para o estudante, ou seja, estejam de acordo com a sua realidade. O maior desafio de Química para Cavalcanti *et al.* (2010)

é a construção de uma ponte nas escolas de Nível Fundamental e Médio, entre o mundo cotidiano dos estudantes e o conhecimento escolar.

Conhecer as dificuldades de aprendizagem dos estudantes de fato constitui o ponto de partida para que, pesquisadores da área do ensino de Química possam elaborar e desenvolver estratégias de ensino que contribuam com o avanço conceitual deste tópico pelos estudantes.

Apesar das muitas contribuições apresentadas nesta revisão sistemática sobre funções orgânicas, acredita-se na necessidade de desenvolver novos processos educativos sobre o assunto, que somadas à literatura existente, desenvolvam a difusão e reflexões para evolução de novos princípios e práticas nas interações entre os sujeitos e sua aprendizagem.

### 2.3 ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES DO ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DA TEMÁTICA CIÊNCIA FORENSE

A aproximação entre Química e a Ciência Forense tende a promover uma oportunidade de execução de algumas habilidades nos estudantes, pois, com atividades planejadas, pode fomentar a observação, a curiosidade à interrogação, à manipulação, “o raciocínio à experimentação, o direito à tentativa e erro e capacidades relacionadas com a comunicação, trabalho de análise e síntese e criatividade, em cuja conjugação se encontra um marco essencial para o desenvolvimento do indivíduo” (SEBASTIANY *et al.*, 2013, p.49).

Para analisar a aplicação da temática Ciência Forense, buscamos uma nova revisão de literatura, através da revisão sistemática, como descrita anteriormente, seguindo os 5 passos e os critérios descritos na sequência.

Assim a pergunta de investigação, que orientou a pesquisa, no passo 1 foi: Como o tema, Ciências Forenses, tem sido abordado no ensino atualmente?

No passo 2, utilizamos como critérios para estratégia de busca: a) Pesquisa temporal de 10 anos (2010-2019); b) Seleção de periódicos publicados da Revista Química Nova na Escola, além da busca em periódicos avaliados com Qualis A1 e A2 encontrados na Lista de Classificação de Periódicos da área de Avaliação Ensino da CAPES – Quadriênio 2013-2016, disponibilizada na Plataforma Sucupira. c) Análise

de periódicos disponibilizados nas Plataformas Cafe-Capes, SciELO Brasil e em plataformas próprias. Os periódicos selecionados se encontram no Quadro 5.

Como critérios de busca foram utilizados os termos “Ciência Forense”, tendo como escopo o texto completo. Para selecionar os artigos a comporem a revisão sistemática (Quadro 5), definimos como critério de exclusão os artigos que não abordaram o tema Ciência Forense. Para esta revisão da literatura foram apurados cinco artigos.

#### **Quadro 5: Periódicos selecionados para a Revisão Sistemática sobre Ciências Forenses**

<b>ISSN</b>	<b>Revista</b>	<b>Qualis</b>	<b>N° artigos</b>
1980-850X	Ciência & Educação	A1	0
2179-1309	Contexto & Educação	A2	0
1678-4634	Educação e Pesquisa	A1	0
1415-2150	Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências	A1	0
2179-426X	Rencima - Revista de Ensino de Ciências e Matemática	A2	0
1982-873X	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	A2	2
2238-2380	Revista de Educação, Ciências e Matemática	A2	0
0104-8899	Química Nova na Escola	B1	3
<b>Total</b>			<b>5</b>

**Fonte:** Autora (2021).

Após a seleção dos artigos, foi realizada a leitura sistemática, tomando apontamentos dos aspectos principais de relevância do texto para a atual pesquisa. Uma síntese dos artigos que contemplam as Ciências Forenses é apresentada no Quadro 6, além de outras informações como ano de publicação, título e autores.

**Quadro 6: Artigos selecionados para análise da relevância: Ciência Forense**

<b>Publicações (2010-2019): Revista Química Nova Escola</b>				
<b>N°</b>	<b>Ano</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Síntese de cada artigo</b>
I	2010	A Perícia Criminal e a Interdisciplinaridade no Ensino de Ciências Naturais	Dias Filho e Antedomenico	Uma proposta para o ensino de ciências naturais por meio da perícia criminal, foi sugerida neste artigo, objetivando a interdisciplinaridade do ensino e a interação entre o conteúdo escolar e a vida discente. Para isso, foi abordado um teste presuntivo para a detecção de sangue (reagente de Kastle-Meyer), baseado na ideia de <i>spot test</i> criada por Fritz Feigl.
II	2014	Ciência Forense no Ensino de Química por Meio da Experimentação	Rosa, Silva e Galvan	O artigo trata de um conjunto de aulas expositivas e experimentais que culminaram com a simulação de um fato, denominada cena do crime. Por meio da experimentação, foram abordados exemplos de análises químicas realizadas em laboratórios de Química Forense, possibilitando uma melhor inteligibilidade das etapas dos processos criminalísticos, além de se introduzir conceitos químicos empregados na extração de DNA, no reconhecimento de impressões digitais (através vapor de cianoacrilato), nos testes de identificação de sangue e em técnicas cromatográficas, além de conteúdos químicos. As atividades foram aplicadas a uma turma do 3º ano do Ensino Médio.
III	2016	A Ciência Forense no Ensino de Química por Meio da Experimentação Investigativa e Lúdica	Cruz <i>et al.</i>	A experimentação lúdica das técnicas forenses de revelação de impressões digitais (técnica de vapor de iodo), teste de DNA e identificação de sangue foram utilizadas pelos alunos do 9º ano para a resolução de uma situação-problema (crime fictício).
<b>Publicações (2010-2019): Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia</b>				
<b>N°</b>	<b>Ano</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Síntese de cada artigo</b>
IV	2013	Utilização da Ciência Forense do seriado CSI no ensino de Química	Da Silva e Da Rosa	Este trabalho teve por objetivo mostrar ao estudante do Ensino Médio, por meio de episódios do seriado CSI (Crime Scene Investigation), a relevância da Química e do seu estudo, foi montada uma cena de crime, realizando práticas foi abordado o tema identificação de uma impressão digital (utilizando-se a técnica do vapor de iodo); extração do DNA do morango, teste de identificação de sangue e separação das cores de corantes alimentícios, baseado na técnica de cromatografia.
V	2015	Aprendendo a investigar através de uma atividade investigativa sobre Ciência Forense e Investigação Criminal	Sebastiany, Pizzato e Salgado	O presente trabalho tem por objetivo avaliar uma proposta didática sobre a temática da Ciência Forense e a Investigação Criminal. As atividades foram organizadas sob a forma de um Ambiente Interativo de Aprendizagem (AIA).

Fonte: Autora (2021).

Após a sistematização das cinco publicações sobre Ciência Forense, foi desenvolvida a análise dos artigos segundo os critérios adotados na avaliação dos trabalhos com o tema funções orgânicas, como descrita anteriormente. Cada artigo foi examinado a partir de um roteiro previamente elaborado (Apêndice A), que considerou os seguintes critérios de análises: *Caracterização, Aspectos metodológicos, Metodologia de ensino e Resultados* (MIRANDA; BRAIBANTE; PAZINATO, 2018).

**a) Critério: Caracterização**

Observa-se que o número de artigos publicados no período de 2010-2019 sobre Ciências Forenses é maior na Revista Química Nova na Escola (60%). Os três artigos publicados foram nos anos 2010, 2014 e 2016. Na Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, dois artigos (40%) foram publicados contemplando a pesquisa nos anos de 2013 e 2016.

Quanto à Instituição podemos citar, a Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIEOSTE) que contemplou duas publicações, e as Universidade Metropolitana de Santos (UNIMES), a Universidade Federal do Ceará (UFC) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) que contemplaram uma publicação cada.

**b) Critério: Aspectos Metodológicos**

Em relação aos aspectos metodológicos, foram consideradas as seguintes categorias: a) Natureza da pesquisa; b) Abordagem da pesquisa; c) Nível de ensino. O resultado dessa análise é apresentado no Quadro 7.

**Quadro 7: Resultados referentes aos aspectos metodológicos dos artigos analisados sobre Ciências Forenses**

	Frequência	Porcentagem (%)
<b>Natureza da pesquisa</b>		
Teórica	0	0
Empírica	5	100
<b>Abordagem da pesquisa</b>		
Qualitativa	5	100
Quantitativa	0	0

Mista	0	0
<b>Nível de ensino</b>		
Ensino Fundamental	1	20
Ensino Médio	4	80
Ensino Médio/EJA	0	0
Ensino Médio/ Educação Superior	0	0
Educação Superior	0	0

**Fonte:** Autora (2021).

A análise do Quadro 7 permite observar que todos os trabalhos investigados nesta revisão sistemática sobre Ciências Forenses possuem abordagem empírica, isto é, produzem e analisam dados através de questionários diagnósticos, testes, entrevistas, exercícios e relatórios e dedicam-se ao tratamento experimental da realidade, conferido pela aproximação prática (MIRANDA; BRAIBANTE; PAZINATO, 2018).

Quanto a abordagem, 100% das pesquisas encontradas são de cunho qualitativo, pois é possível trabalhar com a indução e construir hipóteses após a observação. Segundo Neves (2015, p. 19) “desta forma, entende-se que o pesquisador de nada tem certeza antes de iniciar a pesquisa, o que fará com que ele possa ser influenciado pelos resultados que esta apresentar”. A pesquisa qualitativa tem como principal objetivo interpretar o fenômeno em observação, não apresenta preocupação com um grande número de dados, pois não há preocupação em demonstrar resultados para a população (NEVES, 2015).

Em relação ao nível de ensino, verificou-se a predominância de trabalhos voltados para o Ensino Médio (EM). O interesse pelos trabalhos nesta fase escolar deve-se a facilidade de inserção dos conteúdos escolares e a associação do tema em destaque. Foram encontrados quatro trabalhos, correspondendo a 80% das investigações e um trabalho totalizando um percentual de 20% dedicados ao Ensino Fundamental (EF), séries finais (6º ao 9º ano).

### c) **Critério: Metodologia de Ensino**

Referente ao critério, *Metodologia de Ensino* emergiram duas categorias, a Experimentação, quatro artigos e um artigo que usou como estratégia de ensino a metodologia de estudo de caso.

Com o intuito de facilitar a compreensão dos resultados, serão utilizadas as numerações de I a V apresentadas no Quadro 2 para as indicações dos artigos analisados.

No artigo número I, observou-se uma proposta para o ensino de ciências naturais por meio da perícia criminal (detecção de sangue - parte experimental) e contou com a utilização de reportagens jornalísticas, filmes e seriados de TV, objetivando-se a interdisciplinaridade do ensino e a interação entre o conteúdo escolar e a vida discente (DIAS FILHO; ANTEDOMENICO, 2010).

A publicação de número II, que traz como título: Ciência Forense no Ensino de Química por Meio da Experimentação, relata uma experiência didática para estudantes do Ensino Médio, na qual foi abordado o tema a Ciência Forense. Conforme relatam os autores, Rosa, Silva e Galvan (2014), foi possível observar a motivação e participação dos alunos envolvidos, por intermédio de aulas expositivas e experimentais, que culminaram com uma simulação de um fato, denominada cena do crime.

Entre as publicações estão os trabalhos de Cruz *et al.* (2016), artigo III, que trazem o desenvolvimento da experimentação lúdica das técnicas forenses de revelação de impressões digitais, teste de DNA e identificação de sangue para a resolução de uma situação-problema (crime fictício).

Na análise do artigo IV, observa-se, através da cena de um crime, a experiência de ser um perito criminal por um dia, realizando experimentos simples cujos conceitos químicos envolvidos estão presentes no currículo vivenciado no Ensino Médio (SILVA; ROSA, 2013).

A pesquisa apresentada no artigo V se inscreve na perspectiva de caráter qualitativo de *estudo de caso*. O contexto da pesquisa constituiu-se da implementação de uma proposta didática, intitulada, Detetive por um dia - aprendendo a investigar por meio da Ciência Forense (SEBASTIANY *et al.*, 2015).

#### **d) Critério: Resultados**

Por meio desta revisão sistemática sobre Ciências Forenses observou-se que o tema já vem sendo abordado para trabalhar conceitos químicos, por meio de estratégias de ensino, como a experimentação e estudo de caso.

No artigo número I, o uso da experimentação associada à Ciência Forense mostrou-se uma importante ferramenta didática para ser utilizada como facilitadora no

processo de ensino e aprendizagem através de um teste presuntivo para a detecção de sangue, baseado na ideia de *spot test* criada por Fritz Feigl. Segundo os autores, foram propostas também formas de abordagem para as disciplinas de Biologia e Física, nos conteúdos de processos catalíticos e de oxirredução, DNA, temperatura, na composição do sangue, entre outros (DIAS FILHO; ANTEDOMENICO, 2010).

O artigo II culmina diversas atividades e a simulação de um fato, denominada cena do crime. Conteúdos como a separação de misturas e forças intermoleculares puderam ser introduzidos com base no experimento da Cromatografia. Na técnica utilizada para extração de DNA, vários conceitos químicos como densidade, solubilidade, permeabilidade, precipitação e decantação foram utilizados (ROSA; SILVA; GALVAN, 2014). Na cena do crime, os estudantes recolheram as evidências e realizaram as análises de identificação de sangue com o reagente Kastle-Meyer, a revelação de impressões digitais presentes no canivete, foi realizada com o uso da cola a base de cianoacrilato (ROSA; SILVA; GALVAN, 2014).

A publicação de número III, traz como resultados o primeiro contato dos alunos do ensino fundamental com a disciplina de química no 9º ano. Os autores relatam a resolução de uma situação-problema (crime fictício), com o auxílio de teste de identificação de sangue, abordando os conceitos químicos de luminescência, quimiluminescência e fosforescência, além de oxidação nas reações orgânicas e catálise (CRUZ *et al.*, 2016). Além disso, “os alunos fizeram o teste de identificação de DNA por meio da técnica de eletroforese aplicada de forma lúdica” (CRUZ *et al.*, 2016, p. 170).

No artigo IV, com o título: Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de Química, um dos resultados importantes é que mesmo sabendo identificar algumas análises específicas, como impressão digital, análise de DNA e identificação de sangue a maioria dos estudantes não sabia relacionar os conteúdos de química vistos em sala de aula com a química contida nas cenas dos episódios (ROSA; SILVA, 2016). Nesta publicação foram abordados, os conteúdos de forças Intermoleculares, mudanças de estados físicos, reações de oxidação e redução, separação de misturas, definições de ácidos e bases, bem como substâncias indicadoras e suas faixas de pH, conceitos de oxi-redução, ligações iônicas, densidade, solubilidade, entre outros (ROSA; SILVA, 2016).

No artigo V, a proposta didática sobre a temática da Ciência Forense e a Investigação Criminal foi organizada sob a forma de um Ambiente Interativo de

Aprendizagem, ligado ao ensino de Ciências de caráter lúdico e buscou-se inspiração nos jogos de RPG – *Roleplaying Game* (SEBASTIANY; PIZZATO; SALGADO, 2015). A partir da metodologia estudo de caso foi possível observar a curiosidade, a capacidade de estimular a participação ativa dos estudantes e propiciar a construção de um ambiente agradável, motivador e rico em situações novas e desafiadoras (SEBASTIANY; PIZZATO; SALGADO, 2015).

Em todas as publicações investigadas, as diferentes metodologias de ensino facilitaram o desenvolvimento da autonomia, do espírito crítico e, principalmente, das atitudes e dos procedimentos investigativos nos estudantes. Também se observou que, há poucos trabalhos sobre o tema, possibilitando aos pesquisadores da área, uma lacuna a ser explorada para desenvolver novas investigações e intervenções.

#### 2.4 IMPLICAÇÕES DAS REVISÕES SISTEMÁTICAS DE FUNÇÕES ORGÂNICAS E CIÊNCIAS FORENSES

Por meio da análise dos resultados apresentados nos artigos, destacam-se algumas implicações para o ensino de funções orgânicas e Ciências Forenses.

Conforme Miranda, Braibante e Pazinato (2018), o desenvolvimento de pesquisas está diretamente relacionado com a qualidade do ensino. Portanto é necessário o desenvolvimento de mais produções brasileiras dedicadas ao ensino e aprendizagem tanto no conteúdo de funções orgânicas, quanto na contextualização do tema Ciências Forenses.

Para Amaral, Xavier e Maciel (2009):

A maioria das obras procura associar os conhecimentos científicos da Química Orgânica com fatos do cotidiano, e, embora essa contextualização muitas vezes não passe de mera citação no texto, como forma de exemplificar as aplicações das suas funções, não permitindo que os alunos possam compreender de forma mais abrangente as implicações sociais do uso da ciência e da tecnologia em seu contexto social (AMARAL; XAVIER; MACIEL, 2009, p. 107).

Diante disso, é possível perceber que mesmo com um número expressivo de publicações no ensino de funções orgânicas por pesquisadores da educação Química na última década, ainda é possível ampliar e encontrar meios para que exista a contextualização e não a mera citação nos textos a fim de exemplificação.

Uma das soluções para favorecer a educação Química são as pesquisas empíricas, que são encontradas na maioria dos trabalhos pesquisados. É possível verificar neste tipo de pesquisa, dificuldades decorrentes do processo de ensino e aprendizagem em todos os níveis de conceitos e delinear as concepções alternativas, obstáculos à aprendizagem e estratégias de ensino mais eficazes.

Neste cenário, algumas estratégias de ensino são propostas para o ensino de Química, dentre elas: tema contextualizador, sequências didáticas, jogos e *webquest*, oficinas temáticas, estudos de casos, questões de vestibulares, softwares e o uso de experimentos investigativos. No caso das Ciências Forenses foram usadas as metodologias de estudo de caso e a experimentação, as quais propuseram minimizar concepções alternativas e evitar a memorização mecânica de conceitos na interpretação de fenômenos químicos. A adesão de metodologias diferenciadas, favoreceram a compreensão do conhecimento químico tornando o sujeito ativo no processo de aprendizagem.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico está dividido em três tópicos: o primeiro traz uma abordagem conceitual sobre Química Orgânica e sobre os principais grupos funcionais. Após, o segundo tópico aborda as Ciências Forenses e seus segmentos apresentando o enfoque de como trabalhar esta temática em sala de aula. O terceiro tópico fala sobre a Papiloscopia numa abordagem histórica e conceitual sobre revelação de impressões digitais, bem como o uso de temperos como reveladores em pó alternativos. Por fim, retrata a Aprendizagem Significativa sob a perspectiva de Ausubel e relata sobre as Sequências Didáticas e a experimentação no ensino de Química.

#### 3.1 A QUÍMICA ORGÂNICA E A CARACTERIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS FUNÇÕES ORGÂNICAS

Compreendendo os princípios da Base Nacional Comum Curricular e como ela está alinhada, voltamos ao desafio do ensino de Química dentro dessa perspectiva pedagógica. Costumamos dividir a Química em: Química Geral, Química Inorgânica, Físico-Química e Química Orgânica, tratando dos conteúdos de cada uma, isoladamente, em sala de aula.

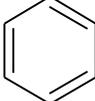
A Química Orgânica é, em geral, trabalhada no terceiro ano do Ensino Médio, e é uma área que estuda, entre outros componentes curriculares, o carbono e seus compostos, os quais são chamados de moléculas orgânicas e constituem-se unidades fundamentais para a vida (SOLOMONS; FRYHLE, 2012). Inúmeras substâncias encontradas na vida diária são moléculas orgânicas e representam grande importância, visto que, incluem as moléculas de DNA, presentes nas roupas, nos alimentos, na indústria farmacêutica, nos produtos de limpeza, no processamento de petróleo, nos compostos agroquímicos, nos plásticos, dentre outros (SOLOMONS; FRYHLE, 2012; VOLLHARDT; SCHORE, 2013).

De acordo com Batista (2015), a Química Orgânica classifica os compostos de acordo com a semelhança na estrutura e nas propriedades das substâncias. Para cada grupo de compostos semelhantes existe uma função orgânica. Cada função, por sua vez, é caracterizada por átomos denominados grupos funcionais, que são

responsáveis pelas propriedades comuns entre os compostos que a caracterizam (BATISTA, 2015; SOLOMONS; FRYHLE, 2012; VOLLHARDT; SCHORE, 2013).

Uma classe muito importante de compostos orgânicos são os hidrocarbonetos. Os hidrocarbonetos são compostos formados apenas por átomos de carbono ligados entre si e átomos de hidrogênio. São divididos em dois grupos: 1) os aromáticos: que possuem pelo menos um anel ou núcleo aromático e; 2) os alifáticos: que são todos os demais e são divididos em vários outros subgrupos grupos, como os alcanos ou parafinas, alcenos, alquenos ou olefinas, alcinos ou alquinos, alcadienos ou dienos, ciclanos e ciclenos (FONSECA, 2013; SOLOMONS; FRYHLE, 2012; VOLLHARDT; SCHORE, 2013). O Quadro 8 apresenta a classificação dos hidrocarbonetos, as características particulares de suas cadeias e as respectivas fórmulas gerais.

**Quadro 8: Principais classificações das cadeias carbônicas e dos hidrocarbonetos**

Principais classificações das cadeias carbônicas e dos hidrocarbonetos			
Classes	Característica da cadeia carbônica que define a classe	Exemplo	Fórmula
Alcanos	Cadeia aberta com ligações simples	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$
Alcenos	Cadeia aberta com uma ligação dupla	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	$\text{C}_n\text{H}_{2n}$
Alcinos	Cadeia aberta com uma ligação tripla	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$
Alcadienos	Cadeia aberta com duas ligações duplas	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$
Ciclanos	Cadeia fechada apenas com ligações simples		$\text{C}_n\text{H}_{2n}$
Ciclenos	Cadeia fechada com uma ligação dupla		$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$
Aromáticos	Cadeia fechada com ligações duplas intercaladas		Não há

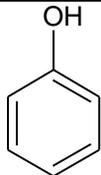
Fonte: Autora (2021).

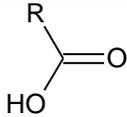
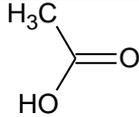
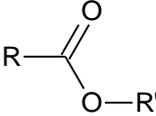
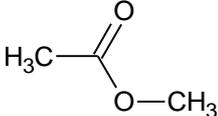
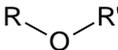
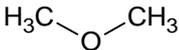
Os hidrocarbonetos, por serem compostos formados por átomos de carbono e hidrogênio, são considerados praticamente apolares e suas moléculas se mantêm unidas por interações de Van der Waals – dipolo instantâneo – dipolo induzido (BATISTA, 2015; BRUICE, 2006). Em virtude de serem compostos de baixa polaridade, são pouco solúveis em compostos polares, como a água, e solúveis em solventes orgânicos, por serem praticamente apolares. Os hidrocarbonetos possuem baixos pontos de fusão e de ebulição em relação aos compostos polares (BATISTA, 2015; BRUICE, 2006; FONSECA, 2013; VOLLHARDT; SCHORE, 2013).

Os compostos que apresentam átomos de oxigênio, além de átomos de carbono e de hidrogênio, pertencem às chamadas funções oxigenadas. Os diferentes arranjos entre esses elementos e os diferentes tipos de ligação entre eles formam as funções orgânicas: álcoois, enóis, fenóis, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres e éteres (BATISTA, 2015; VOLLHARDT; SCHORE, 2013).

O Quadro 9, abaixo representado, apresenta a função química, o grupo funcional e as características particulares de suas cadeias.

**Quadro 9: Principais classes de funções oxigenadas**

Principais classes de funções oxigenadas		
Função Química	Grupo Funcional	Exemplo
Álcool	$R-OH$	$H_3C-OH$
Enol	$\begin{array}{c} R \quad OH \\ \diagdown \quad / \\ C=C \\ / \quad \diagdown \\ R' \quad R'' \end{array}$	$\begin{array}{c} H_3C \quad OH \\ \diagdown \quad / \\ C=C \\ / \quad \diagdown \\ H_3C \quad CH_3 \end{array}$
Fenol	-OH ligado a anel aromático	
Aldeído	$\begin{array}{c} R \\   \\ C=O \\   \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} H_3C \\   \\ C=O \\   \\ H \end{array}$
Cetona	$\begin{array}{c} O \\    \\ R \quad C \quad R' \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\    \\ H_3C \quad C \quad CH_3 \end{array}$

Ácido carboxílico		
Éster		
Éter		
O grupo – R representa a cadeia carbônica na qual o grupo orgânico substituinte está inserido.		

Fonte: Autora (2021).

Os álcoois são os compostos orgânicos que apresentam um grupo hidroxila (-OH), ligado a carbono saturado (carbono que só faz ligações simples). Em virtude da presença da hidroxila, as moléculas de álcool estabelecem ligações de hidrogênio entre si e, possuem pontos de fusão e de ebulição altos, quando comparados com os hidrocarbonetos de massa molecular próxima (BATISTA, 2015; FONSECA, 2013).

Quando o grupo hidroxila (-OH) estiver ligado diretamente a carbono insaturado por dupla-ligação de cadeia aberta, tem-se os enóis. Os compostos enólicos são altamente instáveis, de tal forma não possuem um comportamento predeterminado, mas pode-se dizer que são solúveis em água e seguem as mesmas orientações que a função álcool (BATISTA, 2015).

Os fenóis, por sua vez, são compostos em que a hidroxila (-OH) está ligada diretamente a anel benzênico (SOLOMONS; FRYHLE, 2012). Os monofenóis (que apresentam apenas um grupo de hidroxila ligado ao anel aromático) possuem moléculas polares e alguns difenóis (que apresentam dois grupos de hidroxila ligados nas posições 1 e 4) são moléculas apolares e em geral, à temperatura ambiente, são líquidos ou líquidos oleosos (FONSECA, 2013).

Segundo Santos e Mol (2013), os aldeídos e cetonas são caracterizados pelo grupo carbonila (C=O). Os aldeídos são substâncias orgânicas, cujas moléculas contêm uma carbonila ligada a pelo menos um átomo de hidrogênio. A presença do grupo carbonila faz com que as moléculas dos aldeídos sejam polares, o que explica altos pontos de ebulição quando comparados aos hidrocarbonetos e éteres de mesma massa molar (BATISTA, 2015). Os aldeídos são solúveis na maioria dos solventes orgânicos comuns e os mais simples são solúveis em água, porém, com o aumento

da cadeia carbônica, a solubilidade desses compostos diminui e se tornam até insolúveis nesse meio e o aumento da cadeia carbônica está ligado diretamente ao aumento na temperatura de ebulição (BATISTA, 2015; FONSECA, 2013).

As cetonas são substâncias orgânicas que possuem uma carbonila (C=O) ligada a dois átomos de carbono (BATISTA, 2015; SANTOS; MOL, 2013; VOLLHARDT; SCHORE, 2013). As moléculas de cetona não fazem ligações entre si, porém são mais polares, apresentam ponto de ebulição maior e devido a sua polaridade são mais solúveis em água que os aldeídos (FONSECA, 2013; SOLOMONS; FRYHLE, 2012).

De acordo com Fonseca (2013), ácido carboxílico é todo composto orgânico que possui o grupo carbonila ligado a um grupo hidroxila. A união entre um grupo hidroxila e um grupo carbonila forma o grupo carboxila (FONSECA, 2013). Os ácidos carboxílicos são muito polares e em geral apresentam pontos de ebulição e de fusão mais altos que os álcoois de valor de massa molar próximos e, a solubilidade diminui conforme aumenta o número de átomos de carbono na cadeia carbônica (BATISTA, 2015; BRUCE, 2006; SOLOMONS; FRYHLE, 2012).

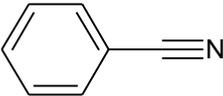
Conforme Bruce (2006), éster é todo produzido através da reação química denominada de esterificação entre ácido carboxílico e álcool. São em geral moléculas polares com predominância de interações dipolo-dipolo, possuem ponto de ebulição menor quando comparados aos ácidos e aos álcoois que os originam, e menos solúveis, considerando compostos de mesma massa molecular (BATISTA, 2015).

Éteres, nos descritos de Fonseca (2012, p. 96), "é todo composto que possui oxigênio entre dois carbonos, como o heteroátomo". As moléculas são levemente polares, devido a sua geometria angular e comparados com compostos de massa molar próxima aos dos alcanos e são bem mais baixos que os dos álcoois e dos fenóis e apresentam discreta solubilidade (FONSECA, 2012).

Os compostos que apresentam átomos de nitrogênio, carbono, hidrogênio e em alguns casos oxigênio, pertencem às funções nitrogenadas. Os diferentes arranjos entre esses elementos e os diferentes tipos de ligação, confere a eles os seguintes grupos funcionais: aminas, amidas, nitrilas e nitrocompostos (BATISTA, 2015; VOLLHARDT; SCHORE, 2013).

O Quadro 10, apresenta a função química e o grupo funcional das funções nitrogenadas.

**Quadro 10: Principais classes de funções nitrogenadas**

Principais classes de funções nitrogenadas		
Função Química	Grupo Funcional	Exemplo
Amina	$\begin{array}{c} \text{R}' \\   \\ \text{R}-\text{N} \\   \\ \text{R}'' \end{array}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{NH}_2$
Amida	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R}-\text{C}-\text{N}-\text{R}'' \\   \\ \text{R}' \end{array}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}_2$
Nitrilas	$\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$	
Nitrocompostos	$\text{R}-\text{NO}_2$	$\text{H}_3\text{C}-\text{NO}_2$

Fonte: Autora (2021).

Amina é todo composto orgânico derivado da amônia,  $\text{NH}_3$  resultante da substituição de um ou mais hidrogênios, por um grupo derivado de hidrocarboneto (BATISTA, 2015; FONSECA, 2013). São compostos polares, possuem pontos de fusão e de ebulição mais elevados que os dos compostos apolares e mais baixos que os dos álcoois e dos ácidos carboxílicos (BATISTA, 2015; BRUICE, 2006; SOLOMONS; FRYHLE, 2012).

A solubilidade está relacionada ao tamanho da cadeia, aminas com até cinco carbonos são solúveis em meio aquoso e alcoólico, as aminas que apresentam mais de seis carbonos são praticamente insolúveis em água, no entanto são solúveis em éter, álcool etílico e benzeno (FONSECA, 2013).

As amidas são compostos derivados teoricamente do  $\text{NH}_3$ , pela substituição de um hidrogênio por um grupo acila (FONSECA, 2013). São substâncias bastante polares, possuem pontos de fusão e ebulição muito elevados, são mais densas que a

água e as amidas mais simples são solúveis em água e pouco solúveis em solventes apolares (FONSECA, 2013; SOLOMONS; FRYHLE, 2012).

As funções orgânicas caracterizadas como nitrilas se caracterizam pela presença do grupo funcional – CN (ANTUNES, 2013). São considerados compostos polares e, por isso, suas moléculas interagem por dipolo permanente, mesmo sendo polares, apresentam baixa solubilidade em água, pois a maior parte da cadeia dos nitrilos é composta por hidrocarbonetos, além de possuírem elevados pontos de fusão e de ebulição quando comparados com outras substâncias orgânicas de massa molar aproximada (SOLOMONS; FRYHLE, 2012).

Os nitrocompostos são derivados orgânicos do ácido nítrico  $\text{HNO}_3$ , apresentam o grupo nitro ( $\text{NO}_2$ ), ligado a uma cadeia carbônica (FONSECA, 2013). Suas principais propriedades estão em apresentar pontos de fusão e de ebulição elevados, serem substâncias bastante polares e apenas o nitrometano e o nitroetano são solúveis em água, os demais são insolúveis (BATISTA, 2015; FONSECA, 2013).

De acordo com Atkins e Jones (2012), compostos químicos que possuem mais de um grupo funcional na estrutura, são denominados compostos polifuncionais. As funções orgânicas definem o tipo de molécula orgânica, e diferenciam de outras, dentro da área da Química Orgânica. Dessa forma, num contexto de Química aplicada às Ciências Forenses, especificamente no segmento da papiloscopia, é possível encontrar e identificar muitos compostos que apresentam diferentes funções orgânicas e relacionar com os conteúdos escolares e situações reais dos estudantes.

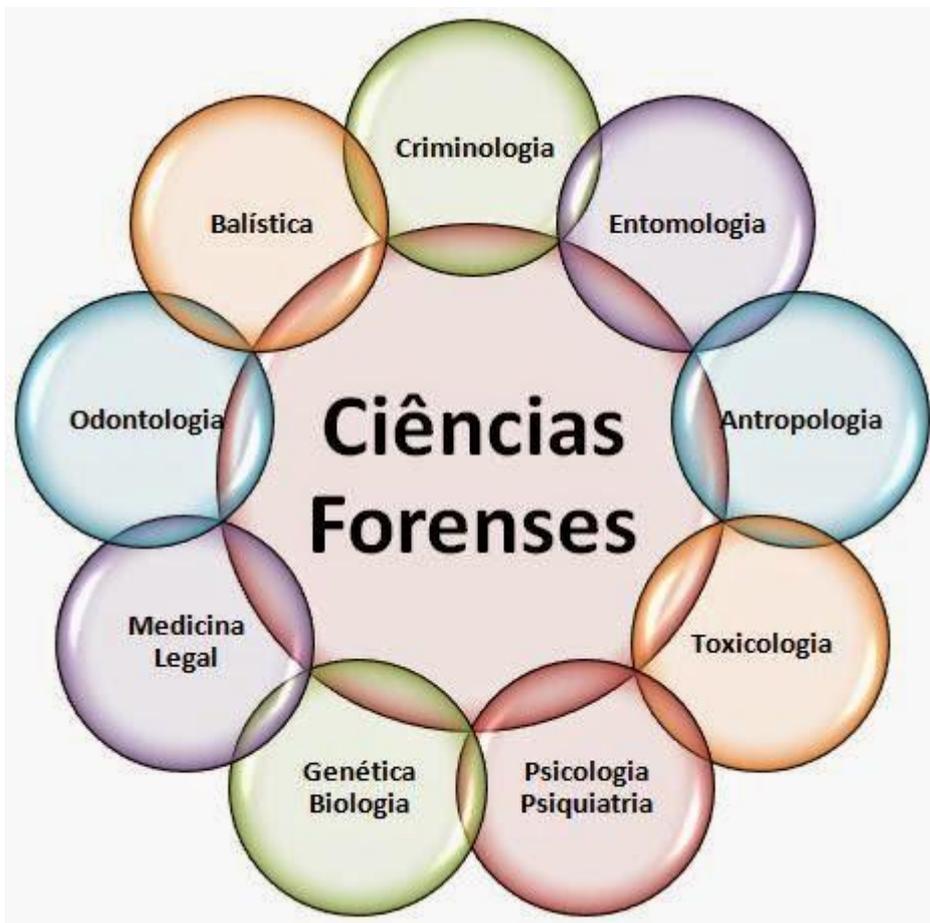
### 3.2 CIÊNCIAS FORENSES

As Ciências Forenses são caracterizadas por um conjunto de saberes e práticas científicas que dão suporte às investigações relativas à justiça civil e criminal, a partir de uma interdisciplinaridade que associa Química, Matemática, Física e Biologia, dentre outras ciências próximas a essas. Por vezes, o profissional da área ocupa-se da confirmação do envolvimento de um suspeito na autoria de um crime.

As técnicas empregadas permitem que seja possível identificar, com relativa precisão, se uma pessoa, por exemplo, esteve ou não na cena do crime a partir de uma simples impressão digital, ou então um fio de cabelo encontrado no local do crime (SEBASTIANY *et al.*, 2013).

Segundo Chemello (2006), em algumas situações, os especialistas forenses utilizam a tecnologia dos testes de DNA, as análises da autenticidade de obras de arte e de documentos ou, ainda, o exame de combustíveis adulterados, entre outras análises. A complexidade envolvendo as Ciências Forenses faz com que esteja envolvida com diversos campos do conhecimento. Assim, abrange áreas que são divididas em diferentes segmentos, conforme contemplados na Figura 4, abaixo destacada.

**Figura 4: Diferentes segmentos das Ciências Forenses**



**Fonte:** <http://biomedicinainformativa.comunidades.net/ciencias-forenses>

### **3.2.1. As Ciências Forenses e a interdisciplinaridade**

A interação entre a sala de aula e os segmentos das Ciências Forenses, aliado a novas práticas pedagógicas, são potencial de motivação para os estudantes e possibilidade de melhoria na qualidade de ensino em caráter interdisciplinar. A interdisciplinaridade é o estabelecimento de relações entre as variadas disciplinas ou

os diferentes ramos de conhecimento para se chegar a um conhecimento global. Por vezes, citada como um conceito novo na educação, esta já vem sendo discutida no Brasil desde meados do século XX, mas encontra ainda resistência em sua prática. Sua importância encontra-se na capacidade de promoção de uma aprendizagem significativa, quando estabelecidas relações entre as distintas disciplinas e os seus conteúdos curriculares.

Para que a interdisciplinaridade esteja inserida no cotidiano da escola, é necessário que os professores criem espaços de diálogo nas diferentes áreas da educação para que possam trocar experiências e elaborar ações conjuntas (CRESTANI; LOCATELLI; ROSA, 2020). Essa situação pode ser propagada, associando-se alguns segmentos relacionados às Ciências Forenses, como: a entomologia forense, a Medicina legal, a Odontologia forense, a antropologia forense, a toxicologia forense, a psiquiatria e a psicologia forense, a genética biológica e a criminologia são capazes de ampliar a diversidade de atividades de ensino nas diferentes áreas do conhecimento oferecido nas escolas.

A entomologia forense, que trata do “estudo de insetos e outros artrópodes associados a diversas questões criminais – serve como uma ferramenta auxiliar, por exemplo, na investigação de crimes contra pessoas vítimas de morte violenta” (PUJOL-LUZ; ARANTES; CONSTANTINO, 2008, p. 485). Tal segmento da Ciência Forense pode ser perfeitamente associado e trabalhado de forma interdisciplinar com os conteúdos de Biologia, em especial, no que abrange a questão da taxonomia e da ecologia, como conteúdos escolares.

Outro eixo que pode ser inserido nas aulas de Química, em associação com a disciplina de Biologia, são as conexões por meio de experiências entre a genética (DOLINSKY; PEREIRA, 2007), a Medicina e a Odontologia forense. Afinal, os alunos tendem a lançar um olhar curioso na interdisciplinaridade e, sendo abordados temas que compõem seu cotidiano, essas atividades ganham significado e, por consequência, maior interesse.

Em outro espectro, é possível apresentar a antropologia forense, que também é um dos ramos da Medicina legal, e nela dialogam entre si a Antropologia Social e o Direito. Seu principal foco é na identidade e identificação do ser humano através de um processo técnico científico sistematizado, para subsidiar a atuação na esfera penal. Sobre o tema, Cunha informa:

[...] [Essa] disciplina que lida principalmente com restos humanos e que muito se tem desenvolvido nas últimas duas décadas. Corpos em adiantado estado de decomposição, em que os traços faciais já não permitem qualquer tipo de reconhecimento, esqueletos, ossos, fragmentos ósseos, ossos/corpos queimados são todos materiais que podem ser considerados casos de antropologia forense. Convém referir ainda que os antropólogos forenses também trabalham com indivíduos vivos, nomeadamente na estimativa da idade tanto de menores sem documentação como de indivíduos mais idosos que nunca souberam exatamente a idade que têm e que, numa dada fase da vida, precisam da validação legal da idade (CUNHA, 2019, p.30).

Existe uma possibilidade de que alguns dos procedimentos dessa vertente da Ciência Forense sejam analisados de modo associado em um projeto entre a Química e a Sociologia, afinal, a Antropologia e Ciências Políticas, formam as Ciências Sociais. Tal iniciativa pode, ainda, acolher os alunos mais interessados às disciplinas de humanas.

Se ampliado esse leque, é possível encontrar a Toxicologia Forense. Essa é uma ciência multidisciplinar que busca mostrar a verdade de um fato perante a lei, mas também identificar e quantificar os efeitos prejudiciais associados a produtos tóxicos. Desse modo, qualquer substância que pode provocar danos ou produzir alterações no organismo, no segmento de solicitações processuais de investigação criminal, sendo apoiada fundamentalmente na Toxicologia Analítica (MOREAU; SIQUEIRA, 2008). São esses, temas de possível incorporação e inclusão nos conteúdos de Química, de modo a instigar os alunos à investigação e aos estudos, como parte do processo de descoberta e de consolidação do processo de ensino e aprendizagem.

Outra possível abordagem, ainda que pouco comum, pode se dar entre Química e Filosofia, por meio da Psicologia e da Psiquiatria Forense. Essas ciências, em suas abordagens forenses, atuam nos casos em que haja qualquer dúvida sobre a integridade ou a saúde mental dos indivíduos, buscando esclarecer à justiça se há ou não a presença de um transtorno ou enfermidade mental e quais as implicações da existência ou não de um diagnóstico psiquiátrico (BALTIERI; RIGONATTI, 2008).

Por meio de uma seleção de conteúdos, o professor de Filosofia pode trazer conceitos de sua área para problematização com os alunos, enquanto o professor de Química, com a participação da Biologia, pode discutir os aspectos químicos internos e externos ao corpo humano. Cabe aqui, inclusive, a colaboração da disciplina de arte, no processo de simulação de cenas, por meio de técnicas de teatro, para a melhor

materialização desses conhecimentos e saberes com os alunos que terão a oportunidade de participar de modo mais ativo do processo de ensino e aprendizagem.

Outra conexão no campo das ciências, tendo a Química como estudo associado à Física, pode ser por meio da Balística. Sobre essa disciplina, Oliveira explica que:

A Balística Forense é uma disciplina integrante da criminalística que estuda as armas de fogo, sua munição e os efeitos dos tiros por elas produzidos. Sempre que tiver nexos causal com crimes, ela procura identificar a dinâmica, a materialidade e autoria dos fatos. A identificação da arma de fogo é extremamente importante. Descobrir qual arma foi usada em um delito, identidade de quem a disparou e o proprietário da arma são requisitos relevantes para se elucidar um crime identificando todos os envolvidos. A trajetória e as alterações ocorridas no tecido atingido são as principais características analisadas (OLIVEIRA, 2017, p.182).

Acerca dos aspectos desse campo, os pontos ligados à trajetória de um projétil e de estilhaços, podem perfeitamente compor atividades e situações hipotéticas com funções educativas tais como Química, pela composição destes dispositivos; Física, pelos cálculos envolvendo trajetória; e Matemática, pelos cálculos envolvidos. Com isso, os alunos podem aprender e fazerem associações com filmes e jogos que, muitas vezes, apontam a experiência do uso de armamentos como expressão unicamente da violência, sendo possível ao professor realizar uma transposição desse cenário para uma lógica científica e de análise crítica. Desse modo, por trás dessa sugestão, há uma intenção de desfazer mitos e ensinar aos alunos outros modos de enxergar um mesmo fenômeno, por diferentes ângulos e campos de visão, envolvendo as mais variadas disciplinas e exercer, neste contexto, a interdisciplinaridade.

Em associação com o ponto anterior, a criminologia é área do conhecimento que atua sobre o crime, o criminoso, a vítima e o controle social, para compreender cientificamente o fenômeno criminal e, assim, possibilitar que possa ser prevenido e reprimido com eficiência, intervindo no delinquente. É, assim, possível ao professor de Química realizar diversas operações educativas com base nos procedimentos dessa área.

Com relação às provas científicas e jurídicas que envolvem diretamente a papiloscopia, é possível achar uma linha tênue entre a ficção, o cotidiano e o ensino de Química. Isto se deve ao fato de que estes temas fazem parte do enredo de séries

e filmes de investigação policial que lançam mão desses recursos e que geralmente agregam bastante interesse por parte dos alunos. Assim, há na papiloscopia uma importante oportunidade de contextualizar a Química Orgânica e suas funções. Essa abordagem pode ocorrer por meio tanto da composição dos reveladores como dos constituintes das próprias impressões digitais, uma vez que, são constituídas entre outros por água, aminoácidos, proteínas, ureia, ácido láctico, açúcares, compostos gordurosos e óleos. Ainda podem estar presentes compostos provenientes da contaminação por meio do toque das mãos em outras partes do corpo como, testa, cabelo, pescoço e outras áreas (HAZARIKA, 2012; NICOLODI *et al.*, 2019).

São pontos de interesse para uma exposição, conceitos básicos sobre impressões digitais, como perenidade, imutabilidade e variabilidade (MONTERO; TAPIA, 2004). É possível ainda extrapolar os conhecimentos e tratar da questão da individualidade e da diversidade, afinal, a impressão digital é única e não compartilhável.

Além disso, as impressões digitais podem ser reveladas utilizando-se de técnicas químicas (GUERREIRO; DE GOES SAMPAIO, 2019). A partir do conhecimento das principais técnicas é possível notarmos o quanto elas podem ser contempladas nas aulas de Química, com destaque nos conteúdos de forças intermoleculares, forças de Van der Waals, magnetismo, eletronegatividade, cinética química, teoria das colisões, energia de ativação, reações químicas, equações químicas, balanceamento de equações, substâncias químicas simples e compostas, ligações químicas/iônicas/covalente, os estados físicos da matéria, aminoácidos, etc. Contudo, “conteúdos na área de cromatografia e química orgânica estão inseridos nestes experimentos a fim de valorizar o conhecimento dos estudantes” (NICOLODI *et al.*, 2019, p. 963).

Assim sendo, torna-se necessário divulgar esses métodos para os alunos, utilizando adaptações, para que assim estes possam se aproximar dos métodos e técnicas da Ciência Forense e aprender Química de uma forma diferente (MAIA, 2011).

Dentro desse contexto, é possível dizer que essas intenções de atividades orbitam no caráter inovador pensado por autores do ensino de ciências e de Química, em específico (ARAÚJO; AUTH; MALDANER, 2005). Assim, a plena execução destas atividades deve partir de uma situação de vivência dos estudantes e professores,

centrada em um tema relevante e, sob o ponto de vista da ciência, conceitualmente rica, que possibilita relacionar conceitos do cotidiano com os científicos.

A aproximação da Ciência Forense e o ensino tende a promover uma oportunidade de execução de algumas habilidades nos estudantes, pois, com atividades planejadas, pode fomentar a observação, a curiosidade à interrogação, à manipulação, “o raciocínio à experimentação, o direito à tentativa e erro e capacidades relacionadas com a comunicação, trabalho de análise e síntese e criatividade, em cuja conjugação se encontra um marco essencial para o desenvolvimento do indivíduo” (SEBASTIANY *et al.*, 2013, p. 38).

### 3.3 A PAPILOSCOPIA

A Papiloscopia é uma ciência auxiliar à Ciência Forense, que trata da identificação humana através das impressões digitais, palmares (quiroscoopia) e plantares (podoscopia) (NICOLODI *et al.*, 2019). A palavra “papiloscopia” possui origem greco-latina, originada das palavras “papilla” e “scopêin”, essas significam, papila e examinar (BRITO, 2003).

São nomeados papiloscopistas, os profissionais técnicos com conhecimento da ciência papiloscópica responsáveis pela identificação de pessoas ou cadáveres, tanto cível quanto criminal. Papiloscopistas, são especialistas em identificar, desde a coleta até o arquivamento, envolvendo planejamento, coordenação, supervisão, controle e execução de trabalhos periciais papiloscópicos que são relativos a: levantamento, coleta, análise, codificação, decodificação e pesquisa de vestígios papilares (LUIZ, 2019).

#### 3.3.1 Introdução histórica à Papiloscopia

As primeiras identificações humanas surgiram em meados da Idade Média, tendo se desenvolvido ao longo da história e utilizadas até os dias de hoje, sendo conhecidas pela expressão popular, “impressão digital”. No contexto histórico, a papiloscopia se desenvolve na busca pelo método eficaz de identificação de fins criminais e de individualização dos criminosos perante as demais pessoas, sem que erros sejam cometidos. Ainda segundo Araújo (1957), o desenvolvimento da história

da papiloscopia se divide em três períodos: o período pré-histórico, o período empírico e o período científico.

É importante frisar que Álvaro Placeres de Araújo editou o livro “Manual de Papiloscopia” em 1957, e outro período é mencionado: o período contemporâneo, que compreende desde o sistema desenvolvido por VUCETICH até os nossos dias, e que naquela época o método da papiloscopia já era consideravelmente utilizado.

Nos primórdios da humanidade, o homem já se preocupava em marcar objetos, túmulos, bem como suas próprias cavernas como forma de demonstrar sua posse de propriedade, essas marcas deixadas eram as marcas das mãos. Até então, o homem não havia desenvolvido nenhum estudo próprio para o método de identificação da raça humana através de impressões digitais ou palmares, porque as necessidades urgentes a serem supridas na época eram para a própria sobrevivência, embora havendo a necessidade de se marcar a propriedade e por algum motivo o homem se atentou às formas das mãos e dedos, talvez pelos próprios desenhos que se formavam com a impressão da pele sobre a rocha (ARAÚJO, 1957).

Na Índia, o costume era que as pessoas analfabetas colocassem a sua impressão digital nos documentos legais para assiná-los, isso aconteceu por volta do século IX. Porém, não podendo provar que a pessoa esteja ciente de algo sem que ela tenha lido ou escrito, somente pela impressão digital contida no documento, costumava-se ter a presença da testemunha, essa iria dizer se foi feita a leitura do que se tratava o documento para o analfabeto, provando que ele tenha conhecimento do teor do documento (MÁRCICO, 2002).

Apesar da utilização da impressão digital ter começado a ganhar ênfase, não foi no período empírico os maiores estudos da papiloscopia (MÁRCICO, 2002). O período empírico se descreveu como o período que as impressões digitais e palmares iniciaram sua utilização nos documentos oficiais no Oriente, para dar credibilidade aos documentos oficiais como contratos, os países como Japão, China e Cuba buscavam por essa impressão (ARAÚJO, 1957).

Foi no período científico que se iniciou os maiores estudos sobre a identificação, esse foi o período de maior dedicação aos estudos da papiloscopia da pele e a descoberta das papilas dérmicas. Aqui ocorreram as principais descobertas científicas no que se dizia respeito a papiloscopia, como a técnicas de análise e classificação (KEHDY, 1957).

O primeiro método classificatório que serviu de base para o sistema de classificação de GALTON, através de João Evangelista Purking que organizou em nove tipos os desenhos. Os estudos eram concentrados na pele e na forma com que os desenhos papilares se formavam nas digitais, os pontos característicos das impressões como lançada sem utilização de classificação das impressões para a identificação das pessoas, o período mais importante foi entre os anos de 1858 a 1878, que se consagrou esse processo, tendo tal como o melhor até então (ARAÚJO, 1957).

Antes disso, no ano de 1664, Marcello Malpigh um italiano, publicou a obra “Epístola sobre o órgão externo do tato”. Com ênfase nas observações das linhas das mãos e extremidades dos dedos, mas não houve a dedicação dele no método de identificação através destas linhas que poderiam ser usadas. Esse mesmo trabalho foi continuado por Frederico Ruysch, Bernardo Sigefredo e Cristiano Jacob Hintze (KEHDY, 1957).

Willian James Herschel, nascido na Inglaterra, utilizava as impressões digitais e palmares para celebrar contratos entre os índios, como forma de cumprimento, logo Herschel notou ser possível provar ou contestar a identidade de alguém através destas impressões (MÁRCICO, 2002).

Um registro encontrado e descrito em obra foi uma gravura em uma rocha, nas margens do lago Keto limite, no lago Kejemkojiik (Nova Escócia), do ano de 1889, na obra *Contribution à l'histoire de la dactyloscopie – période préhistorique*, de Borgerhoff, tendo como forma de uma grande mão esquerda e suas falangetas representadas esquemáticas figuras se assemelhando a alguns tipos de desenhos papilares, na palma, linhas e pregas de flexão. Porém, tais evidências não dão conclusões definitivas da origem e emprego dessas inscrições (BRITO, 2003).

O britânico Henry Founds criou seu método com base no reconhecimento das impressões digitais e falava sobre o uso da tinta da impressora para processar a coleta das impressões em cada indivíduo. Outro britânico, Francis Galton, desenvolveu os trabalhos se baseando nos estudos de Herschel e Founds, em 1880. Este elaborou um sistema de classificação que até hoje é utilizado como parâmetro, conhecido como “detalhes de Galton”. Neste, as impressões digitais eram capazes de dar nortes respectivos à raça das pessoas, meramente hereditário e, com o passar do tempo, percebeu que não havia veracidade nisso e provou cientificamente que nenhuma impressão digital é igual à outra (MÁRCICO, 2002).

Alphonse Bertillon foi o autor do primeiro sistema biométrico de identificação humana, em 1879, este método era uma coletânea complexa de parâmetros biométricos para identificar indivíduos. Esse era composto de anotações antropométricas e de sinais particulares, e tinham como suporte as fotografias, que eram sobre o indivíduo de frente e de perfil, a coleta das impressões digitais foi introduzida em 1894. Tudo isso foi adotado pela polícia Parisiense em 1882, em seguida por toda a Europa e mundo, inclusive no Brasil, porém esse sistema logo apresentou falhas (SANTOS FILHO, 2014).

A datiloscopia é um dos ramos da papiloscopia mais utilizado no mundo para identificação humana. É considerada como o estudo das impressões digitais, sendo muito utilizada em processos judiciais, para a emissão de documentos importantes como carteira de identidade, cadastro da biometria, carteira nacional de habilitação, passaportes, entre outros (BRITO, 2003).

Dos fundamentos que baseiam a papiloscopia e que se aplicam ao ramo da datiloscopia, são: a perenidade, variabilidade e imutabilidade. Perenidade postula o desenho digital é perene, que surge no sexto mês de vida ainda no feto e só desaparece com a putrefação do cadáver; a variabilidade é o fato de que os desenhos digitais variam; a imutabilidade refere-se ao desenho digital não sofrer alterações quanto à estrutura ou forma. Estes postulados conferem à ciência o grau de confiabilidade no âmbito criminal, na utilização para o deslinde de infrações penais, através do ramo da datiloscopia (LUIZ, 2019).

Em 1881, Juan Vucetich Kovacevich, um naturalizado argentino, após trabalhos com Galton, criou outro método de classificação, que denominou como icnofalangometria. Esse sistema se espalhou pela Argentina e outros países que iniciaram o seu sistema de classificação para identificar criminosos. Até mesmo a polícia de La Plata, Argentina, começou a identificar presos através das impressões digitais, pelo método de Vucetich (MÁRCICO, 2002).

Segundo Brito (2003), foi Juan Vucetich quem deu o início nos estudos sobre as impressões digitais. Juan Vucetich nasceu na Dalmácia (atual Iugoslávia) em 1858 e faleceu em Dolores (Argentina) em 25 de janeiro de 1925. O sistema desenvolvido por Juan Vucetich se espalhou inicialmente na América do Sul e é utilizado até hoje no Brasil, tendo completado, em 2003, o centenário da papiloscopia.

No método Vucetich foi preciso analisar como as cristas papilares percorriam a polpa da digital que forma as impressões e se classificaram através da formação do

delta um sistema de linhas que se encontram e formam a figura do delta, o delta é formado no encontro das cristas na polpa digital. São três tipos considerados na análise das impressões digitais, sendo eles: os nucleares, basilares e marginais; esses formam o núcleo da impressão digital, a base e margem (LUIZ, 2019).

Já segundo Kehdy (1957), os pontos de identificação são definidos como “acidentes que se encontram nas cristas papilares”. Para que seja definida a identidade é necessária a existência de 12 pontos característicos que conflitem entre si. Os pontos são distribuídos entre as linhas da impressão em forma e quantidade diferentes, quando eles se repetem é possível verificar-se que se trata da mesma impressão papilar.

Márcico (2002), faz em sua obra, um breve histórico da papiloscopia no Brasil, as normativas que alavancaram o processo legal da ciência no país e o desfecho histórico legal, assim organizados:

1. Em São Paulo, no ano de 1891, a identificação papiloscópica é iniciada por meio da fotografia como método de identificação.
2. Nos anos de 1901 a 1906, o Gabinete Antropométrico do Distrito Federal (RJ), foi dirigido por José Félix Alves Pacheco, que insistiu ao então Governo Presidente Rodrigues Alves, a introduzir no Brasil a identificação datiloscópica (Decreto 4.764, de 05 de fevereiro de 1903).
3. No ano de 1905 foi o ano da realização do 3º Congresso Científico Latino Americano no Rio de Janeiro; Vucetich, veio ao Brasil, apresentar seu trabalho intitulado "Evolución de La Dactiloscopia".
4. Em 1907 através do Decreto 1533-A, de 30 de novembro, instituída em São Paulo a identificação datiloscópica.
5. Em 1935 foi criado o arquivo dactiloscópico monodactilar e o laboratório de locais de crime em São Paulo, dirigido pelo Dr. Ricardo Gunbleton Daunt.
6. O decreto de 03 de outubro, em 1941, passa a obrigatoriedade de identificação criminal no país, através do Código de Processo Penal 6º, inciso VIII.
7. 1968 o Manual Técnico dactiloscópico do I.N.I. (Instituto Nacional de Identificação) introduz a classificação e arquivamento das individuais datiloscópicas.
8. 1988 a Constituição Federal Brasileira, no Artigo 5º, Inciso LVIII, consta que, "O civilmente identificado não será submetido a Identificação Criminal, salvo nas hipóteses previstas em lei".

9. 1997 é instituído o número único de Registro de Identidade Civil, segundo a Lei 9.454 de 07 de abril.
10. 2000 a Lei nº 10.054, de 7 de dezembro no art. 3º trata sobre as exceções nas identificações.
11. 2009 a Lei nº 12.037, de 1 de outubro, o civilmente identificado não será submetido a identificação criminal, salvo nos casos previstos em lei.

No Brasil, a datiloscopia é aplicada a identificação como necropapiloscopia, em que um fator importante nessa área é a experiência do examinador, o que torna ainda mais rápido e eficaz examinar quaisquer rastros que possuam papilas dérmicas. Cada dia mais a necropapiloscopia tem ganhado espaço e valor, devido ao seu potencial de reconhecimento. Isso se evidencia através do caso de Brumadinho em 25 de janeiro de 2019, sendo que em 19 de outubro de 2019 foi encontrada a 268ª vítima, em que após nove meses esse cadáver estava em condições de identificação pela necropapiloscopia (SALES, 2019).

### **3.3.2 Classificação e métodos de revelação de impressões digitais**

A impressão digital é o desenho que se forma nas pontas dos dedos, pelas papilas dérmicas, sendo encontrada também nas mãos e na sola dos pés (ARAÚJO, 2000). O padrão das linhas de fricção presente na pele das mãos e dos pés, que formam impressões digitais, palmares e plantares, é único em cada indivíduo e pode ser considerado uma evidência física presente em uma cena de crime (NICOLODI *et al.*, 2019).

Conforme Araújo (2000), as impressões digitais são classificadas em quatro tipos fundamentais. São eles o arco, que é a impressão sem delta, formada por linhas que atravessam de um lado a outro o campo digital, são linhas mais ou menos paralelas e não formam o sistema nuclear; a presilha interna, esse tipo de impressão possui o delta à direita do observador e um núcleo constituído de uma ou mais laçadas soltas, que partem da esquerda, curvam-se no centro do desenho e voltam ao ponto de origem; a presilha externa, o delta está à esquerda do observador, fazendo o desenho de laçadas que partem da direita, ao inverso da presilha interna; e o verticilo,

é a impressão que apresenta dois deltas (ARAÚJO, 2000). A Figura 5 mostra os quatro tipos fundamentais de impressões digitais.

**Figura 5: Os quatro tipos possíveis de impressão digital**



Fonte: CHEMELLO (2006).

As linhas partem dos deltas para o núcleo, formando círculos de formas e direções variadas, determinando assim as subclassificações (ARAÚJO, 2000). Esses quatro elementos podem apresentar subtipos e outras classificações derivadas. Segundo Dultra (2009), são necessários doze pontos característicos idênticos e coincidentes para que uma determinada prova científica e jurídica seja válida, sendo observados também o sistema de linhas e pontos característicos, que são pequenos acidentes morfológicos encontrados durante o confronto de uma impressão com outra.

Como parte dos processos de revelação de impressões digitais, denominados de perícia papiloscópica, essa modalidade colabora com a visualização de princípios químicos de forma prática, conforme expôs Maia (2011). Segundo Velho, Geiser e Espindula (2017), o método escolhido para revelação de impressões digitais irá depender, dentre outros fatores, da condição, do tipo de superfície no qual a impressão está depositada e o tempo de deposição. Dentre as técnicas de revelação, destacam-se as técnicas de pó e usando reagentes específicos como iodo, ninidrina, cianoacrilato e nitrato de prata.

É importante destacar ainda que as impressões digitais podem ser classificadas em latentes, patentes ou plásticas, conforme descrito por Delgado (2000) e Dam *et al.* (2018). As impressões digitais não visíveis a olho nú, são denominadas latentes e necessitam de reagentes específicos para que possam ser visualizadas.

Peruzzo e Canto (2002) nos informam que a técnica de revelação com pó, é uma das mais comuns e, normalmente, é a técnica que melhor atende as demandas em uma cena de crime. Com base no tempo em que ocorreu o fato, a água tende a ser um importante fator de adesão das partículas, esse processo se dá por meio do caráter elétrico de aderência. “A maioria dos métodos de revelação de impressão digital é baseada na interação entre as substâncias presente nela e reagentes químicos e/ou físicos” (NICOLODI *et al.*, 2019, p.962).

Um cuidado fundamental nessa técnica é a escolha do pó a ser utilizado que, normalmente, é fabricado para esse uso. Todavia, em um contexto de adaptação para a divulgação científica em sala de aula, outros produtos na forma de pó, como o *curry*, o louro e a canela, condimentos amplamente utilizados na alimentação e no preparo de diversos pratos da culinária brasileira, podem realizar os objetivos educacionais desejados (NICOLODI *et al.*, 2019).

Dentre outros fatores, vale destacar que os pós devem contrastar com o fundo da superfície, pois a coloração implica diretamente no resultado da revelação das impressões digitais (YAMASHITA *et al.*, 2014). Existem diversas colorações de pós comerciais e as suas utilizações dependem principalmente do substrato em que se encontra a impressão digital (POLETTI, 2021).

Conforme aponta Figini *et al.* (2003), acompanha esse procedimento o uso de um pincel macio, com o qual se aplica o pó de forma específica sobre a superfície onde potencialmente pode haver impressões latentes (FIGINI *et al.*, 2003). Em alguns casos as impressões digitais latentes a serem reveladas, requerem fitas adesivas próprias para esse fim, que logo após a coleta são coladas em um suporte secundário e devidamente identificados para análise pericial (IIDF/DPF, 2005).

Outra técnica é a do iodo, elemento natural com a capacidade de sublimação e, para isso, demanda absorção de calor. Dada sua capacidade de preservação do vestígio e a facilidade de utilização em objetos pequenos, essa técnica costuma ser utilizada antes das demais (DULTRA, 2009). A produção de vapor dessa mudança física apresenta cor característica, entre amarelo e marrom. Conforme explica Dultra (2009), o procedimento se dá quando se coloca o material a ser examinado em um saco plástico selado junto a cristais de iodo. Executam-se movimentos geradores de calor no microambiente e, após a sublimação, há uma absorção física da digital contida.

Conforme nos explicam Figini *et al.* (2003), a técnica da ninidrina é utilizada para impressões digitais que ainda estejam latentes, agindo com os aminoácidos presentes nas digitais, uma vez que esse composto reage com boa parte dos fluidos corporais. Na forma de um pó branco em spray, utiliza-se em superfícies absorventes e porosas, como em papéis, sendo as impressões reveladas em um período de 24 até 72 horas. Pode ser usado para revelar digitais recentes de dias ou produzidas por um período maior de anos (ARAÚJO, 2000).

Outra técnica bastante comum é a do cianoacrilato. Segundo Barberá e Turégano (1998) esse composto é um revelador de impressões digitais latentes, sua utilização também objetiva a fixação dos vestígios papilares já revelados. Segundo Kotz e Treiche (2009), seu vapor polimeriza as substâncias úmidas das impressões papilares latentes, tendo o calor, a luz e a umidade como fatores que influenciam na reação do cianoacrilato.

Segundo os escritos de Araújo (2000), a técnica do nitrato de prata pode ser estruturada como:

É uma técnica bastante utilizada e baseia-se na reação do nitrato de prata com os íons cloreto presentes nas secreções do suor e conseqüentemente nas impressões digitais. O princípio da técnica consiste em imergir a superfície a ser analisada em um recipiente contendo solução 5% de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) por 30 segundos. O cloreto de prata ( $\text{AgCl}$ ) originado é insolúvel em água, ou seja, é um precipitado. Após esse procedimento, a superfície deve ser colocada em câmara escura para secagem. Depois, deve ser deixada ao sol para que o íon prata seja reduzido à prata metálica, revelando a impressão digital sob um fundo negro. Deve-se fotografar a impressão digital antes que toda a superfície escureça (ARAÚJO, 2000, p.28).

É importante enfatizar que muitos destes métodos de revelação para impressões digitais podem exibir uma elevada toxicidade e, assim sendo, são necessários novos reveladores menos tóxicos, de fácil acesso e baixo custo. Dentro deste contexto, pós obtidos a partir de condimentos tem se mostrado uma alternativa viável e segura para uso potencial como reveladores de impressões digitais, em superfície de plástico e de vidro. Assim, podem ser também uma ferramenta importante e viável para uso em sala de aula (NICOLODI *et al.*, 2019).

### 3.3.3 Temperos como reveladores de impressões digitais: O caso do *curry*, da canela e do louro

A utilização dos condimentos, *Murraya koenigii* L. (*curry*), *Cinnamomum verum* J. (canela), *Laurus nobilis* L. (louro) como reveladores de impressões digitais no ensino de Química em associação com a papiloscopia podem ser inseridos a fim de valorizar o conhecimento dos estudantes, visto que muitas funções orgânicas são encontradas em suas composições (NICOLODI *et al.*, 2019).

Conforme Koketsu, Gonçalves, Godoy (1997) e Lima *et al.* (2005), a canela é uma planta aromática e Medicinal pertencente à família *Lauraceae*, originária de algumas regiões da Índia e do Ceilão. É encontrada e conhecida no Brasil como canela-da-índia e canela-do-ceilão. Além de ser uma das mais antigas especiarias conhecidas, seu uso é relatado desde os tempos bíblicos e o controle de seu comércio foi um dos motivos das grandes explorações marítimas. A constituição química da canela varia significativamente em relação às distintas partes da planta, a casca é rica em aldeído cinâmico e a folha é fonte de eugenol.

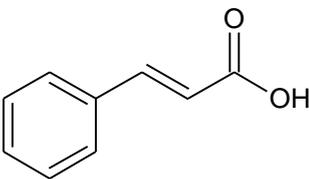
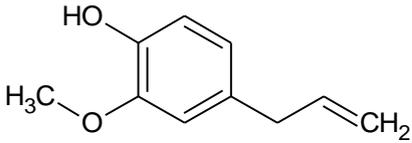
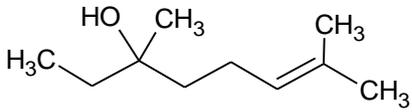
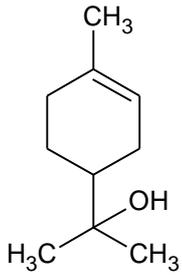
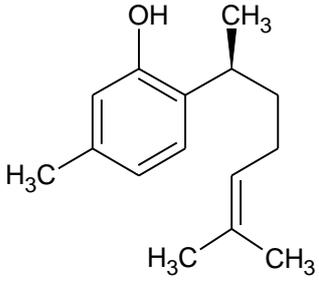
Sony *et al.* (2014) afirmam que o *curry spice* é um dos temperos mais utilizados, especialmente na região continental da Índia. É consumido principalmente na forma de pó seco, utilizado para coloração alimentícia devido à sua forte coloração amarela, associada a efeitos terapêuticos e dietéticos. Assim como a canela, surgiu na Índia e espalhou-se para todo o mundo com as grandes navegações. Atualmente é um símbolo das culinárias indiana, tailandesa e de países indo-portugueses. Ele não é uma planta, e sim uma mistura de ervas secas como, gengibre, pimenta dedo-de-moça, pimenta vermelha, canela em rama, cominho, pimenta-do-reino, cardamomo, cravo, erva-doce, cúrcuma e coentro em grãos, torradas e moídas. Segundo um estudo publicado no periódico *British Journal of Nutrition*, o tempero tem diversas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias comprovadas. Para Sueth-Santiago *et al.* (2005), a composição química do turmérico é bastante variada, contendo linalol, terpineol, curcufenol, curlona, tumerona e  $\alpha$ -felandreno, compostos estes que apresentam em sua estrutura as seguintes funções orgânicas, álcool, cetona e fenol.

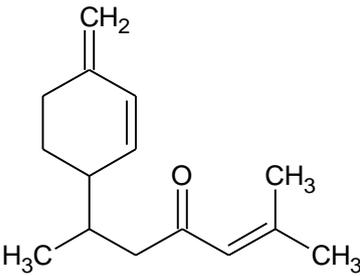
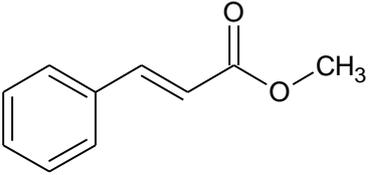
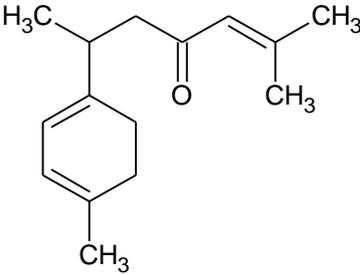
O louro, originário da Ásia Menor, é uma planta Medicinal muito conhecida na gastronomia por seu sabor e aroma característico, porém, ele também pode ser utilizado no tratamento de problemas digestivos, infecções, estresse e ansiedade, por exemplo, devido às suas propriedades. Panizza (1997) acrescenta que entre a sua

composição estão o geraniol, cineol, eugenol, linalol, terpineno, pineno, costunolide e deacetillaurebiolide, taninos, açúcares e pectinas, compostos estes que apresentam muitas funções orgânicas estudadas no terceiro ano do Ensino Médio.

No Quadro 11 é possível verificar a fórmula estrutural de alguns compostos orgânicos contidos nos temperos selecionados e suas respectivas funções orgânicas.

**Quadro 11: Fórmula estrutural de compostos orgânicos encontrados nos temperos *curry*, louro e canela**

Composto	Fórmula Estrutural	Funções Orgânicas
Aldeído cinâmico		Aldeído
Eugenol		Fenol e éter
Linalol		Álcool
Terpineol		Álcool
Curcufenol		Fenol

Curlona		Cetona
Cineol		Éster
Tumerona		Cetona

Fonte: Autora (2021).

Tal como apontou Nicolodi *et al.* (2019), uma vez que os condimentos selecionados se mostraram como bons reveladores de impressões digitais, o experimento proposto no presente trabalho pode ser aplicado no ensino de Química, num contexto aliado às Ciências Forenses, especificamente na papiloscopia. Tal utilização favorece o interesse dos estudantes, visto que, a repercussão do tema é de vivência prática, o que motiva o envolvimento de todos e colabora para a aprendizagem significativa do conteúdo proposto.

### 3.4. A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, AS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS E A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

A compreensão de todo o processo educacional, desde o planejamento inicial, passando pela organização dos conteúdos, objetivos, seleção de materiais, até a verificação final da aprendizagem é um desafio constante aos profissionais da educação.

Mais que um simples repasse de conteúdos, uma Sequência Didática, que tem por viés a aprendizagem significativa, é composta por diferentes atividades, envolvendo questionamentos, atitudes, procedimentos e ações que são executadas com a participação efetiva dos estudantes e a mediação e intervenção constante do professor. As atividades da Sequência Didática, por sua vez, são ordenadas visando o aprofundamento da temática estudada e se sustentam em estratégias metodológicas diversificadas: leituras, aulas expositivo-dialogadas, simulações, experimentos, entre outros.

### **3.4.1 Aprendizagem significativa**

Aprendizagem significativa é o conceito central da teoria de David Ausubel (1918-2008) e ocorre quando um novo conhecimento é relacionado com as vivências práticas do sujeito, ou seja, com os seus conhecimentos prévios, tornando-se assim um conhecimento relevante. Nesse processo, ocorre para o estudante uma atualização e a inclusão de conhecimentos científicos ao conhecimento informal já existente.

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2012, p. 2).

Tomando por base esses conceitos supracitados, a BNCC propõe em seu documento base que a aprendizagem significativa seja o ponto central na organização curricular da Educação Básica.

Para Ausubel (2003), a aprendizagem significativa ocorre quando alguém atribui significado a um conhecimento prévio, independentemente de ser um conhecimento aceito ou não pelo contexto do sujeito. Cabe ressaltar, no entanto, que o fato de ser o conhecimento prévio uma variável fundamental para a aprendizagem significativa do sujeito, não garante por si só, a aquisição do conhecimento, devendo este partir do senso comum e buscar sustentação no conhecimento científico para a sua promoção. O autor estabelece, assim, em sua teoria, duas condições principais para a ocorrência da aprendizagem significativa:

1. O material de aprendizagem potencialmente significativo: um material potencialmente significativo em que a atribuição de significado a este cabe ao sujeito, ou seja, um material capaz de dialogar, propor e promover o conhecimento.
2. A predisposição do sujeito para a aprendizagem: o material, a organização do espaço e a metodologia são fundamentais, mas há a necessidade de participação ativa do sujeito em todo o processo. Não é uma simples questão de motivação ou identificação com o componente, mas uma predisposição para relacionar-se com novos conhecimentos atribuindo significados.

Os conhecimentos prévios são o pontapé inicial para o docente acolher os conhecimentos dos sujeitos e, a partir deles, construir situações de aprendizagem capazes de atribuir significação aos temas abordados e, desta forma, promover, de fato, a aprendizagem significativa.

Outra variável, são os princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integradora. A diferenciação progressiva “é o princípio pelo qual o assunto deve ser programado de forma que as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e, progressivamente diferenciadas, introduzindo detalhes específicos necessários” (MOREIRA; MASINI 2006, p.30). A reconciliação integradora “é o princípio pelo qual a programação do material instrucional deve ser feita para espurar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes” (MOREIRA; MASINI 2006, p.30).

Para tanto, conforme aponta Tavares (2004), quando o aprendiz tem pela frente um novo corpo de informações e consegue fazer conexões entre esse material que lhe é apresentado e o seu conhecimento prévio em assuntos correlatos, ele estará construindo significados pessoais para essa informação, transformando-a em conhecimentos, em significados sobre o conteúdo apresentado. Essa construção de significados não é uma apreensão literal da informação, mas é uma percepção substantiva do material apresentado, e desse modo se configura como uma aprendizagem significativa.

Ausubel propõe lançar as bases para a compreensão de como o ser humano constrói significados e desse modo apontar caminhos para a elaboração de estratégias de ensino que facilitem uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003). Neste contexto, o uso de sequências didáticas que envolvam a experimentação no

ensino de Química são estratégias para desenvolvimento de um produto educacional que favoreça o conhecimento significativo.

### 3.4.2 As Sequências Didáticas (SD) e a experimentação no ensino de Química

A necessidade de apresentar propostas didáticas e a importância de um ensino interdisciplinar e contextualizado, amparado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) resultam em novas metodologias para o ensino. Entretanto, estas novas metodologias só serão válidas se apresentarem propostas didáticas que, “além de estarem voltadas à interdisciplinaridade e contextualização, também despertem nos alunos o interesse e a curiosidade pela ciência e contribuam para a alfabetização científica” (CRESTANI; LOCATELLI; ROSA, 2020, p.189).

Uma alternativa para essas novas propostas são as Sequências Didáticas (SD). A proposta da SD visa colaborar com o desenvolvimento das atividades em sala de aula e promover um processo de ensino e aprendizagem significativo (DELAMUTA; CAVALCANTE; ASSAI, 2018).

Nestes mesmos termos supracitados, na proposta de Carvalho (2013, p.9),

sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor, passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (CARVALHO, 2013, p.9).

Ressalta, o autor citado, a participação ativa dos estudantes, do início ao término da sequência, expondo os seus conhecimentos prévios e, a partir desses, estruturando o conhecimento científico.

Ainda, conforme Kobashigawa *et al.* (2008), as Sequências Didáticas não se tratam de um plano de aula, visto que podem ser usadas diferentes estratégias de ensino e aprendizagem e serem destinadas para diversos momentos (aulas). A finalidade das SD para estes autores está na compreensão dos conteúdos objetos de ensino, etapa por etapa (CABRAL, 2017).

Para Dolz e Schneuwly (2004, p.97), Sequência Didática é “um conjunto de atividades escolares organizadas de maneira sistemática, em torno de um gênero

textual oral ou escrito”. Zabala (1998, p.18), neste mesmo sentido, define que SD são “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”.

Zabala (1998) relata ainda, que são necessários sete pontos para elaborar uma Sequência Didática, a fim de melhorar formas e práticas educativas, proporcionando um conhecimento mais profundo dos conceitos. São eles:

1. Associar e indicar a função de cada atividade ao longo de uma Sequência Didática.
2. A importância da relação entre o professor e alunos e entre os colegas, o grau de comunicação.
3. A organização social da aula, a forma de estruturar e organizar os diferentes alunos.
4. A utilização do tempo e dos espaços, conforme as necessidades educacionais.
5. A maneira de organizar os conteúdos.
6. O uso de diferentes recursos didáticos.
7. O sentido e o papel da avaliação, a maneira que as atividades foram desenvolvidas, os tipos de desafios.

Mediante esta compreensão, muitos são os trabalhos na área do ensino de Química existentes literatura por meio de Sequências Didáticas com o propósito de diversificar as possibilidades metodológicas dos docentes, e incentivá-los a inserir perspectivas distintas em seu fazer-pedagógico (LEITE *et al.*, 2020). Alguns desses exemplos estão nos trabalhos de Rodrigues *et al.* (2018) com a elaboração e aplicação de uma Sequência Didática sobre a Química dos cosméticos; Kapelinski (2020) que traz a tabela periódica e os elementos metálicos através de uma Sequência Didática com a temática alimentação; Rockenbach (2020), com a proposta de Sequência Didática, chamada de unidade de ensino potencialmente significativa, contextualizando plantas Medicinais e estereoisomeria no Ensino Médio.

Esses autores listam alguns aspectos positivos gerados pela inserção de Sequências Didáticas no ensino de Química. Rodrigues *et al.* (2018) apontam que:

a elaboração de sequências didáticas para se trabalhar os conteúdos no ensino de Química permite ao professor relacionar tais conteúdos com temáticas sociais promovendo uma aprendizagem contextualizada e ao

mesmo tempo a inserção de estratégias e recursos didáticos diferenciados de modo a despertar a motivação nos estudantes, deste modo, favorecendo e tornando o processo de ensino e de aprendizagem mais significativo (RODRIGUES *et al.*, 2018, p. 222).

Kapelinski (2020), relata que a aplicação da SD de forma contextualizada facilitou o aprendizado, o interesse e a participação dos alunos em turmas do primeiro, segundo e terceiro ano do Ensino Médio, no contraturno. Rockenbach (2020), adiciona que a aplicação das atividades promoveu uma ampliação na estrutura cognitiva dos aprendizes em relação ao conteúdo abordado e a contextualização, no contexto remoto, aplicada em duas turmas de alunos de uma escola pública do terceiro ano do Ensino Médio.

No tocante aos objetivos para os quais as Sequências Didáticas são produzidas e no ponto 6 especificamente para a elaboração, citado por Zabala (1998), o uso de diferentes recursos didáticos são fatores importantes para que o conhecimento seja significativo. Um dos recursos didáticos que podem fazer parte das SD é a experimentação. A experimentação pode ter diversas funções como, a de ilustrar um princípio, desenvolver atividades práticas, testar hipóteses ou como investigação (IZQUIERDO, 1999). Barboza (2021, p. 650), evidencia que “as atividades experimentais no Ensino Médio, se bem elaboradas, surgem como um instrumento capaz de favorecer o processo de ensino e a abordagem de conceitos químicos de maneira dinâmica e significativa para os estudantes”.

Algumas pesquisas se destacam por apresentarem Sequência Didática e o uso da experimentação como meio de promover o ensino e aprendizagem de modo significativo para os conteúdos de Química. No trabalho de Silva (2020), os alunos participantes foram capazes de analisar o potencial hidrogeniônico (pH) de saneantes de uso doméstico, como detergente para lavar louça, desengraxante e limpador pós-obra, através de phmetros construídos com materiais de baixo custo. Barboza (2021) por meio de uma sequência de aulas experimentais investigativas de Química Orgânica no Ensino Médio, salienta indícios do desenvolvimento de habilidades cognitivas e a contextualização de conceitos químicos com suas vivências a partir das aulas experimentais.

A construção e a aplicação de uma Sequência Didática exigem preparação, visto que, há a necessidade de se conhecer as particularidades nos processos de ensino e aprendizagem, além de uma compreensão mais ampla no que se refere aos

aspectos políticos, sociais, econômicos e éticos em que os conteúdos estão inseridos (LEITE *et al.*, 2020). Para Leite *et al.* (2020), o desenvolvimento das SD envolve a integração do conteúdo didático com teores científicos, abarcando dimensões práticas, sociais e técnicas.

Em suma, uma SD pode envolver inúmeras etapas, fazer uso de diversas ferramentas metodológicas, envolver um único conteúdo de uma disciplina, ou abarcar diversos conteúdos e diferentes disciplinas, sendo, no entanto, de fundamental importância a definição clara dos objetivos e os conhecimentos prévios dos estudantes, garantindo-se, assim, uma aprendizagem significativa.

Neste trabalho, a Sequência Didática buscou facilitar a aprendizagem dos estudantes por meio de diversas estratégias de ensino de forma interdisciplinar. Para tanto a SD contempla: aulas expositivas, expositivas dialogadas, uso de vídeo, apresentação oral e escrita, além de técnicas experimentais através de produtos naturais como novos protótipos reveladores de impressões digitais latentes para aplicação na área de papiloscopia forense, visando a compreensão da química orgânica, especialmente no conteúdo de funções orgânicas.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Essa pesquisa de Mestrado consiste em um estudo de caráter teórico-prático, consistindo na produção, aplicação e avaliação de um produto educacional, aqui denominado Sequência Didática e intitulado como: *Introdução às Ciências Forenses na escola: motivação para as aulas de Química orgânica*.

Neste tópico, será apresentada a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho e conseqüentemente do produto educacional. Primeiramente será abordada a classificação e o contexto da pesquisa. Em seguida a organização do produto educacional. Para finalizar, será apresentado os instrumentos de coleta de dados e como será desenvolvida a análise desses dados.

### 4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Considera-se a pesquisa desta dissertação de cunho qualitativo. Santos Filho (1995) evidencia que a abordagem qualitativa concebe o indivíduo como sujeito, enfatizando a centralidade do significado como produto da interação social. “Em vez da linguagem científica, o pesquisador qualitativo defende uma linguagem real, não neutra”. (SANTOS FILHO, 1995, p. 41). Esteban (2010), em seu livro: Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições afirma que:

A pesquisa qualitativa é uma atividade sistemática orientada à compreensão em profundidade de fenômenos educativos e sociais, à transformação de práticas e cenários socioeducativos, à tomada de decisões e também ao descobrimento e desenvolvimento de um corpo organizado de conhecimentos (ESTEBAN, 2010, p. 127).

Ao recorrer à abordagem qualitativa, o pesquisador partilha do pressuposto de que seu estudo dos fenômenos sociais está dotado de características específicas. Para Polit Becker e Hungler (2004), a pesquisa qualitativa tende a salientar os aspectos dinâmicos e individuais da experiência humana, para apreender a totalidade no contexto daqueles que estão vivenciando o fenômeno.

Considerando-se as várias inter-relações presentes, dentro da abordagem qualitativa e do ponto de vista dos procedimentos adotados para a coleta dos dados, foi utilizada a pesquisa-ação para o desenvolvimento deste estudo.

Para Thiollent (1988):

A pesquisa ação é um tipo de investigação social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 1988, p.14).

Elliott (1997) salienta que a pesquisa-ação permite superar as lacunas existentes entre a pesquisa educativa e a prática docente, ou seja, entre a teoria e a prática, e os resultados ampliam as capacidades de compreensão dos professores e suas práticas, por isso favorecem amplamente as mudanças.

Nesse contexto, optamos por esta metodologia por ser uma melhor abordagem na investigação da aprendizagem de conceitos químicos no contexto escolar. A seguir será apresentada a caracterização dos sujeitos e espaços escolares em que a pesquisa foi aplicada.

#### 4.2 CONTEXTO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada nas dependências de uma escola da rede pública localizada no município de Cacique Doble, região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. O estabelecimento, atende os três turnos (manhã, tarde e noite), com dois níveis de ensino (Ensino Fundamental e Ensino Médio) e a modalidade de Educação de Jovens e Adultos.

De acordo com o Projeto Político Pedagógico (2017), a escola tem por base uma educação democrática e humanística, partindo da realidade onde está inserida, numa proposta pedagógica que favoreça a construção de aprendizagens significativas, para que o educando adquira espírito crítico e participativo, o que o torna um cidadão consciente, capaz de interagir e intervir na sociedade e no mundo do trabalho. O estabelecimento de ensino, tem como Filosofia a valorização humana e democrática voltada para as práticas sociais e a construção do conhecimento integrado às áreas e suas tecnologias com os eixos cultura, ciência, tecnologia e trabalho, promovendo a cidadania (PPP, 2017).

A referida escola, atende alunos que frequentam o Ensino Fundamental, o Ensino Médio e alunos com necessidades especiais (NEEs) no Ensino Regular e em turno contrário. O público escolar é formado por estudantes de diferentes realidades sociais, econômicas e culturais, oriundos da zona rural, urbana e de reservas indígenas. A Educação de Jovens e Adultos, recebe alunos de São José do Ouro e

de Machadinho, além dos que residem no próprio município. (PPP, 2017). A comunidade escolar é participativa e comprometida com a educação, auxiliando no processo pedagógico, na ampliação dos espaços físicos e nas promoções organizadas

A escolha da escola surgiu pela possibilidade de desenvolver a pesquisa em uma instituição que auxilia no desenvolvimento social aprimorando habilidades e competências dos indivíduos e desempenha um papel fundamental na formação do conhecimento e na organização da sociedade na qual está inserida e por ser o local de atividade profissional da pesquisadora<sup>3</sup>.

#### 4.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA

Os sujeitos da pesquisa foram duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio regular, totalizando 34 estudantes, com faixa etária de 17 a 19 anos.

Para este estudo a escola foi consultada a autorizar o desenvolvimento da pesquisa e a participação efetiva dos alunos, sendo entregue a cada um dos estudantes o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B) contendo todas as informações necessárias sobre a pesquisa que deveriam ser entregues assinados por eles ou pelos seus responsáveis legais, em casos de menores de idade.

Dessa forma, as atividades da pesquisa foram desenvolvidas na disciplina de Química, no período diurno, no turno da manhã. O número de alunos oscilou do início ao fim da aplicação da Sequência Didática. Assim, as atividades foram desenvolvidas e realizadas em 12 momentos (aulas), todas com duração de 50 minutos cada, divididas em momentos teóricos e experimentais.

#### 4.4 PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES

O planejamento das atividades foi feito através da consulta a artigos, trabalhos similares e livros didáticos. Foram feitas entrevistas de forma oral e demonstrações de diferentes métodos de revelação de impressões de digitais latentes em distintas superfícies com peritos de Identificação de Impressões Digitais Latentes do Grupo de

---

<sup>3</sup> Professora neste estabelecimento de ensino, na disciplina de Química, no Ensino Médio, desde o ano de 2007.

Identificação da Polícia Federal, Superintendência Regional no Rio Grande do Sul, localizado na cidade de Porto Alegre. Após, realizou-se uma investigação experimental com potenciais pós reveladores de impressões digitais latentes descritos na que fossem de fácil obtenção, não-tóxicos e que exibissem cor assim como os temperos e condimentos. Assim, para o uso experimental no contexto escolar foram escolhidos os temperos, louro, *curry* e canela<sup>4</sup>.

Em seguida foi elaborado o Produto Educacional, que contou com uma sequência de aulas sobre o tema Ciências Forenses aliado ao conteúdo de funções orgânicas.

#### **4.4.1 Elaboração do Produto Educacional**

Visando contribuir com o ensino dos tópicos relacionados ao tema Ciências Forenses e ao ensino de funções orgânicas, propõe-se uma Sequência Didática com abordagem interdisciplinar. A sequência foi estruturada em etapas que foram desenvolvidas em momentos teóricos e práticos, com o objetivo de proporcionar aos alunos um aprendizado significativo.

A escolha do tema Ciências Forenses e o ensino de funções orgânicas, se deu pelo fato das lacunas a serem exploradas para desenvolver novas investigações e intervenções didáticas, evidenciadas tanto pela revisão de literatura, como também pela minha vivência como professora da disciplina de Química. Adicionalmente, por ser uma temática que motiva os alunos, pois está presente em seriados de televisão, programa de computadores e envolve situações reais que os alunos conhecem e presenciam no seu cotidiano.

Sendo assim, a síntese das atividades desenvolvidas na Sequência Didática está esquematizada na Tabela 1. Aquilo que se procura desenvolver nesta sequência são: aulas expositivas dialogadas sobre as Ciências Forenses e seus respectivos segmentos e aulas experimentais que possam ser aplicados na sala de aula e que venham aumentar o espírito crítico, tornar o ensino e a aprendizagem mais interessantes, eficazes e estimulantes.

---

<sup>4</sup> Os pós escolhidos para a revelação de impressões digitais neste trabalho, foram testados previamente pela pesquisadora e escolhidos somente por apresentarem corantes naturais e pelo contraste que apresentavam nas superfícies selecionadas.

**Tabela 1: Síntese das atividades realizadas na Sequência Didática**

Aulas	Atividades	Número de períodos
01	<p><b>Planejamento e diagnóstico inicial</b></p> <p>Orientações gerais do professor sobre as atividades a serem desenvolvidas através da Sequência Didática: <i>Introdução às Ciências Forenses na escola: motivação para as aulas de Química Orgânica.</i></p> <p>Aplicação do questionário diagnóstico (Apêndice C).</p>	01
02	<p><b>A química, sua importância e subdivisões</b></p> <p>Apresentação multimídia sobre o que é Química, a importância da mesma na sociedade atual, suas principais divisões: orgânica, inorgânica, físico-química e analítica e ramos. (Apêndice D)</p> <p>Discussão e debate no grande grupo sobre a química e a temática Ciências Forenses.</p>	01
03 e 04	<p><b>As Ciências Forenses e seus ramos</b></p> <p>Apresentação multimídia e discussão – Introdução às Ciências Forenses e seus principais segmentos (Apêndice D):</p> <p>a) Entomologia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Subdivisão das três áreas: urbana, produtos alimentícios e médico-legal;</li> <li>- Decomposição após a morte e o desenvolvimento dos insetos;</li> <li>- Corpos incorruptos (curiosidade).</li> </ul> <p>b) Antropologia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudos sobre o ser humano e sua diversidade cultural.</li> </ul> <p>c) Toxicologia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Substâncias que podem provocar danos ou produzir alterações no organismo;</li> <li>- Análise do artigo: A Química das drogas: uma abordagem didática para o ensino de funções orgânicas;</li> <li>- Funções orgânicas presentes nas drogas.</li> </ul> <p>d) Psicologia e Psiquiatria Forense</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceito e diferença de cada uma delas, e as responsabilidades criminal e diminuída perante a justiça.</li> </ul> <p>e) Genética/Biologia forense</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análise das classes funcionais que compõem as Bases Nitrogenadas do DNA;</li> <li>- Interpretação em conjunto de um teste de DNA.</li> </ul> <p>f) Medicina Legal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atribuições de um médico legista.</li> </ul> <p>g) Odontologia Forense</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atuação nas esferas: cíveis, criminais e trabalhistas, bem como em processos éticos e administrativos.</li> </ul> <p>h) Balística</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armas de fogo, munição e os efeitos decorrentes de tiros.</li> </ul>	02
05	<p><b>A Papiloscopia</b></p> <p>Vídeo Introdutório: Laboratório forense - Impressões digitais;</p> <p>Questionamentos e comentários após vídeo.</p>	01

06 e 07	<b>Estudo das impressões digitais.</b> - Aspectos conceituais a respeito da Papiloscopia; - Classificação, subtipos, pontos característicos, além dos conceitos básicos sobre impressões digitais; - A Lei Nº 12.037; - Componentes químicos das impressões digitais e os principais métodos de revelação de impressões digitais latentes;	02
08	<b>Os temperos e as funções orgânicas</b> Análise sobre a composição química com relação as funções orgânicas dos temperos <i>curry</i> , canela e louro. (Apêndice D)	01
09, 10 e 11	<b>Revelação de impressões digitais</b> Aulas experimentais sobre a revelação de impressões digitais latentes em diferentes superfícies, através da: a. Sublimação do iodo; b. Grafite em pó, c. Pó padrão; d. Temperos: o louro, o <i>curry</i> e a canela	03
12	<b>Aplicação do questionário final</b> Questionário final (Apêndice E)	01
<b>Total</b>		<b>12</b>

Fonte: Autora (2021).

É importante enfatizar que os conteúdos teóricos abordados na Sequência Didática proposta já haviam sido trabalhados em sala de aula, tais como: sublimação, propriedades dos átomos de carbono, cadeias carbônicas, hidrocarbonetos e funções orgânicas. Muitos outros conteúdos químicos podem ser abordados através da temática. Neste sentido, a Tabela 1 será discutida posteriormente para melhor entendimento<sup>5</sup>.

#### 4.5 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os instrumentos de coleta de dados que foram utilizados ao longo da aplicação da Sequência Didática e posteriormente analisados, buscando evidências de aprendizagem significativa são:

- a) Questionário diagnóstico;
- b) Questionário final (pós-teste);
- c) Anotações da pesquisadora.

<sup>5</sup> As atividades sugeridas podem ser facilmente adaptadas, de acordo com a carga horária e a realidade de cada instituição escolar.

Um questionário, segundo Gil (1999, p.128), pode ser definido como a:

Técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc. (GIL, 1999, p.128)

Essa técnica de investigação é composta por questões apresentadas por escrito, fechadas, abertas ou mistas e tem por objetivo propiciar determinado conhecimento ao pesquisador. As questões abertas são aquelas que o pesquisado responde livremente. Já, nas questões fechadas, o pesquisado deve escolher uma resposta entre uma lista predeterminada e nas questões mistas estão reunidas características tanto de questões abertas quanto fechadas. Nesta pesquisa os questionários usados foram compostos por questões mistas.

Foram realizados durante a aplicação do Produto Educacional dois questionários: questionário diagnóstico, aplicado na aula 1, que se encontra no Apêndice C, composto por 16 questões as quais abordam sobre a disciplina de química e o conhecimento prévio dos estudantes sobre as Ciências Forenses; e o questionário final, pós-teste, aplicado na aula 12, que se encontra no Apêndice E, composto por 13 questões com o objetivo de verificar se a Sequência Didática contribuiu para entender o que é a Química e sua relação com o cotidiano, se forneceu alternativas para revisar os conteúdos de funções orgânicas, se houve a compreensão pelos alunos sobre alguns aspectos relacionados com as Ciências Forenses e se gerou interesse pelo tema.

Utilizou-se também as concepções e anotações da pesquisadora, que surgiram a partir dos apontamentos realizados durante as aulas.

#### 4.6 ANÁLISE DE DADOS

Para a análise dos dados optou-se em utilizar o método de análise de conteúdo de Laurence Bardin (2011), na medida em que esse método permite oscilar entre a objetividade e a subjetividade, podendo “[...] ser uma análise dos “significados” (a exemplo: a análise temática), embora possa ser também uma análise dos ‘significantes’ (análise lexical, análise dos procedimentos)” (BARDIN, 2011, p. 41).

Considera-se que essa técnica de verificação dos dados permite uma maior flexibilidade na análise dos resultados apresentados por esta pesquisa, ao passo que essa é uma técnica que consiste em:

Um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais sutis em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a “discursos” (conteúdos e continentes) extremamente diversificados. O fator comum dessas técnicas múltiplas e multiplicadas – desde o cálculo de frequências que fornece dados cifrados, até a extração de estruturas traduzíveis em modelos – é uma hermenêutica controlada, baseada na dedução: a inferência (BARDIN, 2011, p. 15).

Neste sentido, após a transcrição dos questionários diagnósticos, da aplicação da Sequência Didática e da aplicação do questionário de verificação final, foi possível a análise de conteúdo, objetiva e subjetivamente expostos. Para isso, seguiu-se as orientações das três etapas para a análise de conteúdo proposta por Bardin (2011): 1) pré-análise; 2) exploração do material; e 3) tratamento do material e interpretações.

Ainda, para a categorização e classificação das respostas das perguntas abertas do Questionário Diagnóstico (questões 1, 2, 9, 10, 11 e 12), o procedimento metodológico foi, além da análise de conteúdo aqui explanada, também a análise semântica, considerando-se os diferentes significados que as palavras podem ter em diferentes contextos que se apresentam. Para cada pergunta aberta, criou-se entre 3 ou 4 categorias, incluindo-se como categoria as perguntas sem resposta.

Para análise dos dados do Questionário Final (pós teste), o procedimento metodológico foi a análise de conteúdo e também a análise semântica e optou-se pelo agrupamento de questões com objetivos similares. Algumas questões, idênticas àquelas do questionário inicial, foram usadas com o intuito comparativo acerca dos conhecimentos dos estudantes antes e após a aplicação da sequência de aulas teóricas e práticas.

Durante o processo de pré-análise foi possível identificar algumas categorias recorrentes, isto é, palavras e sentidos que se repetem ao longo da pesquisa. Na segunda etapa do processo de análise de conteúdo, as informações foram sistematizadas, dialogando-se com a base teórica que dá sustentação a esta pesquisa.

No procedimento final de análise dos dados qualitativos, adicionou-se trechos selecionados para desenvolver e articular interpretações com as bases teóricas e as demais etapas de pesquisa. Por fim, dialogando com conceitos chaves da educação,

pode-se analisar e discutir partindo-se da problemática central desta pesquisa. Além disso, esse processo permitiu que, além de respostas, fossem identificados novos problemas e possibilidades de pesquisa.

## 5 RESULTADOS

Este capítulo apresenta a análise e discussão dos resultados obtidos com a aplicação do produto educacional desta dissertação, e está organizado de acordo com as etapas em que esta pesquisa foi desenvolvida.

A aplicação do Produto Educacional, Sequência Didática: “*Introdução às Ciências Forenses na escola: Motivação para as aulas de Química Orgânica*”, ocorreu no mês de dezembro de 2019, no contexto de ensino presencial e a greve dos professores nas escolas da rede estadual do Rio Grande do Sul que ocorreu no período, foi o motivo principal da não participação efetiva dos estudantes em todas as etapas propostas.

As duas turmas trabalharam separadas somente nas aulas 11 e 12 - Revelação de Impressões Digitais, que foi no Laboratório de Ciências e não comporta a quantidade de alunos pesquisados.

### 5.1 AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL: SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Para facilitar a discussão dos resultados obtidos após a aplicação do produto educacional, estes foram divididos por aula trabalhada. Além disso, são detalhados as discussões e os resultados das doze aulas sobre a temática Ciências Forenses como exposto anteriormente na Tabela 1.

#### 5.1.1 AULA 1: Planejamento e diagnóstico inicial

##### **Duração: 50 minutos (01 período)**

Após as orientações gerais sobre as atividades, foi apresentado o tema da proposta de pesquisa e relatada a importância das considerações dos alunos. É importante destacar que os alunos foram bastante receptivos e acolheram de forma positiva o tema destacado.

A aula um foi planejada para que o professor pudesse conhecer o perfil, concepções e os conceitos prévios dos estudantes e seu interesse entre Química e Ciência Forense. Para avaliar o conhecimento prévio, os estudantes foram convidados a responder o questionário diagnóstico. Nesta etapa os alunos responderam o

questionário diagnóstico, contido no apêndice C, momento em que não foi permitida a comunicação entre eles para não haver interações discursivas e no sentido de evitar interferências nas respostas.

#### 5.1.1.1 Resultados do questionário diagnóstico

Após a aplicação do questionário diagnóstico, optou-se por apresentá-lo em duas subdivisões:

- 1 – Concepções sobre a Química/ aulas de Química.
- 2 – Concepções sobre as Ciências Forenses.

##### 5.1.1.1.1 Concepções sobre a Química/ aulas de Química

Para análise desta subdivisão foram observadas as questões de número um até a dez, com o objetivo de verificar as concepções dos estudantes sobre a Química e as aulas da disciplina.

A partir da avaliação das respostas da primeira questão aberta do questionário diagnóstico, “**O que é Química?**”, estabeleceram-se as categorias: “entende”, “entende parcialmente” ou “não entende”. Algumas das respostas distintas entre si, se encontram no Quadro 12.

#### **Quadro 12: Respostas destacadas na questão 1**

<p><i>“...é uma disciplina que explica as transformações”.</i></p> <p><i>“...Química é tudo que envolve soluções químicas e materiais”.</i></p> <p><i>“...é a matéria que se estuda funções orgânicas, fórmulas estruturais das moléculas, compostos halogenados e cadeias”.</i></p> <p><i>“...tem relação com compostos e elementos químicos”.</i></p> <p><i>“... estudo da matéria e suas propriedades...”.</i></p> <p><i>“...tudo que envolve reações e funções...”.</i></p> <p><i>“...são reações orgânicas e inorgânicas, fórmulas estruturais das moléculas, compostos halogenados.”.</i></p> <p><i>“Estudo da tabela periódica, dos átomos, composições e reações”.</i></p> <p><i>“Além de ser uma disciplina do Ensino Médio, é responsável por explicar muitas transformações presentes na vida das pessoas”.</i></p>
--

**Fonte:** Autora (2021).

É possível observar que, dos 34 estudantes participantes, apenas cinco (15%) possuem visão clara de que a Química é um ramo das Ciências da Natureza que estuda a matéria, suas propriedades, constituição, transformações e a energia envolvida nesses processos. 26 estudantes (76%) conseguem relacionar parcialmente o conceito de Química com a constituição, reações e transformações envolvidas. No entanto, três estudantes (9%) dizem não entender o que é Química, como nas respostas: “*Não me recordo*”. “*Não sei*”. “*Não me lembro*”.

Embora uma parcela dos estudantes tenha respondido que compreendem bem (15%), a maioria respondeu que entende parcialmente. Isso se deve ao fato de que, os alunos não estão entendendo a Química como um todo, mas em partes isoladas de conhecimentos utilizáveis em situações específicas. Estariam reproduzindo pedaços de conhecimento, mas não aprendendo Química propriamente (JUSTI; RUAS, 1997).

Na segunda questão “**Consegue relacionar a disciplina de Química com o seu cotidiano?**” **No caso de resposta afirmativa, onde?**” Para a análise das respostas, algumas descritas no Quadro 13, foram criadas as categorias “conseguem relacionar” e “não conseguem relacionar”.

#### **Quadro 13: Respostas destacadas na questão 2**

*“...a Química está em praticamente tudo.”*

*“...está presente nos fármacos, fórmulas de adubos”.*

*“...na agricultura”.*

*“...está presente nos alimentos industrializados”.*

*“...nas bebidas.”*

*“...nas próprias transformações dentro do corpo.”*

*“...a Química está presente no ar que respiramos, nos produtos que usamos.”*

*“...nos cosméticos.”*

*“...na questão da natureza, além dos problemas que a mesma enfrenta pela degradação constituída pelo antropocentrismo e sobretudo, a Química está presente na matéria do nosso próprio corpo humano, vivenciada com ações e reações.”*

*“...nas funções orgânicas, nas vitaminas...”*

**Fonte:** Autora (2021).

A partir da avaliação da questão dois, observa-se que 71% dos estudantes consegue fazer relações entre a Química ao cotidiano, pois a disciplina já foi trabalhada em outras etapas do Ensino Médio. No entanto, atribui-se aos 26% que não relacionam, a afirmação de Santos e Schneltzler (2003) sobre o ensino de ciências: em geral o que se observa nas escolas é a supervalorização dos conteúdos, sem articulação dos mesmos com situações da vida real dos estudantes e que de certo modo contribui pouco para a formação plena do cidadão. Esta é uma questão importante e que norteou a elaboração do produto educacional, tanto pela forma como pelo conteúdo. Nesta pergunta, apenas um estudante (3%) não respondeu a questão.

Por outro lado, segundo Pessoa e Alves (2011), os estudantes são induzidos a estudar Química com o intuito de serem aprovados em avaliações internas e externas à escola e, acima de tudo, preencher um programa de conteúdo.

As respostas obtidas da questão de número três de múltipla escolha: **“Sente dificuldade em aprender Química?”** demonstraram que 76% dos estudantes “sentem dificuldade, porém em poucos conteúdos”, 12%, afirmam “sentir dificuldade em quase todos os conteúdos”, 9% responderam que “sim, sempre” possuem dificuldade em aprender Química e um estudante respondeu que não sente dificuldade em aprender Química.

Tal como citamos em tópicos anteriores, esse cenário preocupa e merece atenção, afinal, a formação significativa desses estudantes pode estar sendo comprometida. Para essa situação, o professor precisa, em meio a todos os desafios estruturais, exercitar sua capacidade de escuta sensível também (re)avaliar sua prática para que seja possível colaborar com um entendimento mais amplos dos conteúdos tratados em sala de aula, na disciplina de Química.

A quarta pergunta, **“Gosta das aulas de Química?”** obteve como respostas fechadas que 68% dos estudantes “Gosta das aulas, pois são muito interessantes”, 29% afirmam que, “São importantes, mas não gosto” e 3% “Assisto por obrigação”. Nenhum aluno optou pela alternativa “Não consigo compreender a disciplina”.

Avaliamos que é necessário pensar nas respostas dadas por 29% dos estudantes, com as respostas “São importantes, mas não gosto” e 3% “Assisto por obrigação”. Essas duas respostas agregam uma parcela importante de alunos que não se sentem totalmente confortáveis com a dinâmica dos conteúdos da disciplina de Química e, se diferem somente no juízo acerca da importância e da obrigação. É necessário, mais uma vez, reforçarmos que não é possível reiterarmos a lógica do não

diálogo com os alunos sobre os conteúdos e o formato das aulas, afinal, eles são parte indispensável do nosso trabalho e merecem ter suas subjetividades pensadas e acolhidas na construção curricular de Química.

Na quinta pergunta, os alunos foram questionados se “**Consegue compreender as explicações do(a) professor(a) de Química?**” 44% dos pesquisados responderam que “*Sim, sempre*” compreendem as explicações do(a) professor(a) de Química, 44% afirmaram “*Sim, às vezes*”, 12% responderam que compreende “*Somente quando pedem para repetir a explicação*”. Não houve resposta para a alternativa que afirmava “*Não, nunca*” tenho dificuldades de entender as explicações do professor.

A questão cinco é fundamental para um diagnóstico do processo de ensino do professor de Química, afinal, são os alunos quem melhor podem avaliar o trabalho docente e, especialmente, podem colaborar com a melhoria da prática. Essa questão é um convite à crítica dos alunos e, em alguns contextos, ela poderia gerar melindres e chateações. Contudo, é necessário estar disponível e disposto a receber críticas e, após isso, empreender uma autocrítica sobre as práticas pedagógicas gerando modificações no seu método de ensino ou prática pedagógica.

Na sexta pergunta, procuramos saber sobre o local onde ocorre as aulas experimentais, o laboratório. 17 alunos (50%) responderam que “Gosto, mas fico só observando” expressando uma limitação que escapa das possibilidades dos professores e expõe a falta de infraestrutura das escolas estaduais em nosso estado. Afinal, não há verbas e incentivos para o aparelhamento de laboratórios escolares e, do mesmo modo, não contamos com a presença de técnicos e auxiliares de laboratório que possam colaborar com o professor de Química na condução das atividades em laboratório, o que pode também gerar aumento de possíveis riscos aos alunos. Por outro lado, 12 alunos (35%), afirmam que quando estas aulas existem “Interesso-me, sempre participo”.

Percebe-se que nenhum dos alunos respondeu a alternativa “Não gosto/não tenho interesse” e (15%), cinco alunos expressam que “Nunca tive aulas no laboratório”. Estas respostas indicam o anseio pelo desenvolvimento de atividades que visem à utilização de práticas de laboratório na escola. Para Nascimento (2003), os experimentos facilitam a compreensão da natureza da ciência e dos conceitos científicos, auxiliam no desenvolvimento de atitudes científicas e no diagnóstico de concepções não científicas. Neste enfoque, observamos que eles também acreditam

que a inclusão de aulas práticas, de maneira participativa, pode auxiliar na compreensão da teoria.

Na questão sete com resposta múltipla, os alunos foram perguntados sobre **“Qual a maneira que compreende melhor o conteúdo de Química?”**, tendo como alternativas: aulas teórica, aulas práticas (laboratório), exercícios, livro didático, por meio de recursos audiovisuais (ex. multimídia, filmes, músicas).

Aqui há um interessante tópico a ser tratado, pois os 50% que nos dizem “Gosto, mas fico só observando” na questão 6, agora correspondem à 32%, ou seja, 23 alunos, que compreendem melhor o conteúdo de Química. Esses resultados devem servir para corroborar com a necessidade de se investir em melhores condições de execução de aulas laboratoriais.

Na oitava questão, também com resposta de múltipla escolha, perguntamos **“Quais os meios de informação que você utiliza para aprender Química?”** Entre as alternativas estão: Assisto a alguns programas de televisão; estudo Química somente no livro didático; utilizo vídeos disponíveis na internet; visito sites que tratam do conteúdo; vou a museus e/ou feiras de ciências; leio revistas de divulgação científica (Galileu, Ciência Hoje, Super Interessante etc.).

O resultado demonstra como a cultura jovem, digital, é excessivamente conectada e participa dos processos de formação de nossos alunos, uma vez que esses utilizam-se de sites e vídeos para executar sua aprendizagem dos conteúdos. Felizmente a democratização no acesso aos materiais da internet auxilia de sobremaneira os alunos a empreenderem pesquisas e aprenderem. Nesse cenário, cabe aos professores incluir tais elementos também em sala de aula. É necessário que vejamos esses materiais como suporte para um entendimento mais aprofundado da linguagem, dos métodos e técnicas desses profissionais virtuais. Com isso, é possível construir um exercício de alteridade e análise crítica, para que assim possamos melhor mediar as relações dos nossos alunos com essas possibilidades de aprendizagem virtual.

Na nona questão, perguntamos: **“Sendo aluno(a) finalista do Ensino Médio, sente-se preparado(a) para enfrentar Provas de Vestibulares e ENEM na área de Ciências da Natureza (a qual integra as disciplinas de Química, Biologia e Física)?”** A partir da análise do conteúdo das respostas dos alunos, foi feita a classificação entre “sentir-se preparado”, sentir-se preparado parcialmente ou “regular”, “não se sente preparado” ou “não respondeu”.

Aqui nos deparamos com 53% que afirmam estarem preparados. Todavia, o somatório entre as respostas “regular” e “não se sentir preparado” nos preocupa, uma vez que perfaz 44% dos estudantes e, muitos desses jovens, já se encontram inseridos no mercado de trabalho, formal e informal, não sendo a formação com curso superior uma provável opção. Infelizmente nosso estudo não contou com perguntas ligadas aos projetos dos estudantes para o período posterior à conclusão da formação, mas, a partir desse cenário, podemos afirmar que o mercado de trabalho será o caminho de escolha de boa parte dos estudantes pesquisados.

A partir da categorização das respostas discursivas da décima questão, intitulada: **Qual a sua opinião sobre o Ensino Médio atual?** Obteve-se por respostas, “bom”, “regular”, “ruim” ou “não respondeu”. A partir da análise dos resultados, 35% dos estão satisfeitos com o Ensino Médio e com a metodologia que a escola oferece. 11 dos participantes (32%) demonstraram que o ensino é regular e destacam que a escola não atende as expectativas pela ausência da tecnologia nos processos de aprendizagem, que a escola pública apresenta uma infraestrutura precária, defendem que atividades práticas estejam mais presentes no cotidiano escolar e destacam que o ensino deveria ser mais voltado na preparação dos mesmos para o futuro. Um estudante (3%) respondeu que o Ensino Médio atual é ruim, mas não destacou na sua resposta o motivo. Ainda, dez dos participantes (30%) não responderam a questão.

É preciso estar atento sobre como os alunos opinam sobre o Ensino Médio. A escola precisa se reconstruir para atender este público, melhorar a infraestrutura e principalmente organizar seus currículos. A educação, através da escola pública, precisa atingir a qualidade social para todos e cada um dos seus alunos, garantir de forma sistemática a apropriação do conhecimento, desenvolver as diversas competências e habilidades e contribuir para o desenvolvimento integral do sujeito.

#### 5.1.1.1.1 Concepções sobre as Ciências Forenses

A partir da 11<sup>a</sup> questão, nosso questionário começa a indagar os alunos acerca das suas primeiras impressões acerca das Ciências Forenses. Essas perguntas buscam identificar o conhecimento e o interesse pelo tema.

Na questão 11, “**Descreva sucintamente o que são as Ciências Forenses.**” Percebemos que 15% possuem entendimento acerca do tema, 29% têm alguma

compreensão sobre o que são as Ciências Forenses, 50% responderam que não sabem e/ou não entendem e 6% dos participantes não respondeu.

A partir destes dados, notou-se a necessidade de um melhor entendimento sobre o assunto. Apesar dos estudantes terem contato com seriados que abordam o tema e chamam a atenção de grande parte dos jovens, a maioria não consegue associar o conceito de Ciência Forense com as investigações criminais. Assim, decidiu-se trabalhar o tema na Sequência Didática enfatizando a relação existente entre Química e o tema, e como ela está presente nas análises contidas nos episódios. Esse enfoque contextualizou como os fundamentos teóricos e conceituais deste tema fazem parte do currículo escolar.

Na questão doze pedimos para que citassem **“alguma situação em que a Ciência Forense pode ser aplicada”**. Para esta pergunta, 17 (50%) dos alunos citaram saber alguma situação relacionada à Ciência Forense, descrevendo por exemplo se tratar de investigação criminal e estudo de digitais e outros 17 (50%) participantes não responderam à questão.

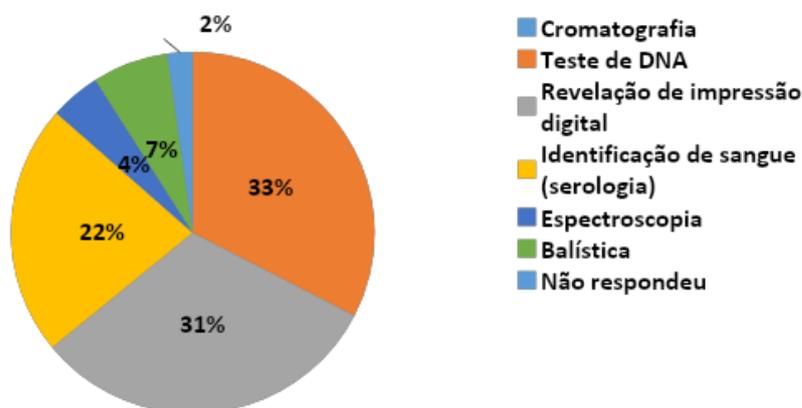
A partir destes resultados é possível perceber o quanto o tema Ciência Forense pode ser explorado na sala de aula, pois a metade dos pesquisados não é capaz de citar ao menos uma situação que pode ser aplicada.

Na 13ª questão perguntamos, em uma questão de múltipla escolha: **“Você se interessa por investigações criminais?”** Oito (23%) estudantes afirmam que “Sim, muito”, 18 (53%) assinalaram “*Sim, um pouco*”, quatro (12%) responderam “*Não*” e quatro (12%) colocaram como resposta “*Não sei/não tenho opinião*”.

Nesta questão, foi interessante contar com 76% de análise positiva acerca das discussões sobre investigações criminais, tema associado a discussão da Ciência Forense. O professor-pesquisador deve além de contextualizar, ouvir os alunos em suas demandas e interesses.

Na décima quarta questão perguntamos, em uma questão com resposta múltipla: **“Das técnicas utilizadas em laboratórios de Química Forense, assinale as que já ouviu falar: Cromatografia, Teste de DNA, Revelação de Impressão Digital, Identificação de Sangue (serologia), Espectroscopia e Balística”**.

**Figura 6: Resultados oriundos da questão 14: Das técnicas utilizadas em laboratórios de Química Forense, assinale as que já ouviu falar?**



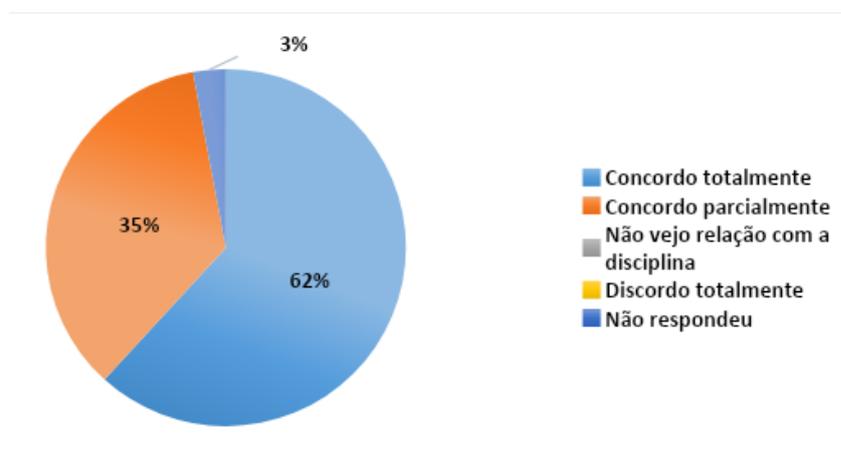
**Fonte:** Autora (2021).

O resultado dessa questão apresentado na Figura 6 é simbólico, pois, a despeito de todas essas técnicas terem sido mencionadas, aquelas que os alunos mais assinalaram foram técnicas que estão constantemente presentes em filmes, séries e nos noticiários. Esse resultado só reforça a necessidade de os professores estarem atentos aos meios de comunicação e os conteúdos digitais consumidos pelos alunos, para que se possam assim, empreender uma comunicação mais direta, proporcionando uma aprendizagem mais produtiva.

Avaliamos na questão de número 15, de múltipla escolha, em que perguntamos: **“Em uma cena de crime, o perito criminal deve fazer”**: 97% dos investigados, percebe a necessidade eficaz na preservação da cena de crime. Um estudante (3%) respondeu que é necessário apenas fotografar o local. Os alunos, em sua maioria, conseguem relacionar o cuidado com as evidências em um crime, pois necessitam de uma preservação apropriada, para que a integridade de seus elementos seja mantida a fim de alcançar a obtenção do resultado buscado.

A última questão do questionário diagnóstico, de número dezesseis, fechada, pretendemos saber: **“Qual o interesse em conhecer mais a área de Ciências Forenses na disciplina de Química?”** Na Figura 7 podemos observar os resultados compilados e que 21 dos estudantes (62%) mostram-se totalmente interessados em conhecer mais sobre o tema, 12 (35%) concordam de modo parcial e apenas um dos questionados não respondeu a questão. Nessa linha, será possível aumentar o conhecimento dos estudantes e aproximá-los de uma ciência menos expositiva e mais interativa.

**Figura 7: Resultados oriundos da questão 16: “Qual o interesse em conhecer mais a área de Ciências Forenses na disciplina de Química?”**



**Fonte:** Autora (2021).

Após essa primeira etapa de aplicação e análise do questionário diagnóstico, entendemos que este instrumento de geração de dados foi fundamental para se obter uma visão geral acerca de determinados fatos. Os resultados obtidos foram esclarecedores tendo em vista, que a disciplina de Química, bem como a relação da mesma com o cotidiano e o tema Ciências Forenses é pouco difundido e explorado pelos estudantes. A iniciativa da aplicação do referido questionário foi válida e oportunizou ajustes e adequações do Produto Educacional, a Sequência Didática.

### **5.1.2 AULA 2: A Química, sua importância e subdivisões**

**Duração: 50 minutos (01 período)**

Para o encontro dois da aplicação da Sequência Didática, uma série de aulas expositivas foram desenvolvidas. Através de uma apresentação multimídia salientou-se sobre o que é Química, a importância da mesma na sociedade atual, suas principais divisões: orgânica, inorgânica, físico-química, analítica e seus respectivos ramos como podem ser observados no Apêndice D. Neste momento os estudantes questionaram sobre a Química e as principais divisões, fizeram relações com conceitos e informações sobre inorgânica, no que se diz respeito a ácidos, bases, sais e óxidos, físico-química com os problemas e cálculos sobre titulação, volume, concentração e estudo dos gases estudados em anos anteriores e com a Química Orgânica relacionando com o conteúdo já abordado sobre funções orgânicas.

### 5.1.3. AULAS 3 e 4: As Ciências Forenses e seus ramos

**Duração: 1 hora e 40 minutos (02 períodos)**

Iniciamos nosso estudo perguntando novamente de forma oral, o que são as Ciências Forenses. Observamos respostas similares as que tínhamos no questionário diagnóstico, um número de alunos relativamente pequeno, afirmou estarem ligadas a investigações criminais. Após esse questionamento, foi apresentado através de uma apresentação multimídia, o conceito sobre o tema Ciência Forense e em seguida seus principais ramos: Entomologia, Antropologia, Toxicologia, Psicologia e Psiquiatria Forense, Genética/Biologia forense, Medicina Legal, Odontologia Forense, Balística e Criminologia (Apêndice D) que foram amplamente discutidos.

Na Entomologia Forense, por exemplo, chamou a atenção o fato da subdivisão das três grandes áreas: urbana, produtos alimentícios e, principalmente, a médico-legal, em que surgiram questionamentos e uma grande curiosidade sobre a decomposição após a morte e o desenvolvimento dos insetos. Destacamos aqui sobre os corpos incorruptos, que são os corpos que desafiam a natureza, não seguem o padrão de decomposição. Para o ramo de Antropologia, os alunos tinham uma prévia visão quando questionados, visto que, estudos sobre o ser humano e sua diversidade cultural, já são estudos integrados no currículo escolar.

Na Toxicologia Forense, por ser uma ciência multidisciplinar destacamos as substâncias que podem provocar danos ou produzir alterações no organismo. Na oportunidade foi realizada a leitura do artigo: *A Química das drogas: uma abordagem didática para o ensino de funções orgânicas*<sup>6</sup> e, posteriormente feito a análise das funções orgânicas em grupo presentes nas drogas, citadas no texto.

Para a Psicologia e Psiquiatria Forense foram analisadas, principalmente, a diferença de cada uma delas, e as responsabilidades criminal e diminuída perante a justiça. No segmento Genética Forense, os estudantes conseguiram fazer relações com a DNA, também conhecido como sequenciamento genético. Na ocasião foi analisado em conjunto um teste de DNA, com a finalidade de analisar a estrutura das quatro moléculas de sua composição: Adenina, Timina, Guanina e Citosina; e seus respectivos grupos funcionais.

---

<sup>6</sup> O artigo citado, intitulado *A Química das drogas: uma abordagem didática para o ensino de funções orgânicas*, foi projetado em projetor multimídia para que os alunos pudessem ter acesso a esse.

No ramo da Medicina Legal, analisamos as principais atribuições de um médico legista como: análises relacionadas a pessoas vivas, com o objetivo de determinar informações específicas como, por exemplo, a idade, diagnosticar doenças profissionais, mentais ou venéreas, acidentes de trabalho, personalidades psicopáticas, lesões corporais ou conjunção carnal, entre outras situações. Análises realizadas no *post-mortem*, para determinar a causa e data do falecimento, lesões *intra vitam* e *post-mortem*, laudos toxicológicos, análise de fluídos e vísceras, extração de projéteis e exumação, e ainda, análises de objetos e provas, que abrangem, mas não se limitam a roupas, instrumentos, móveis e veículos com indícios de leite, sangue, pus, saliva, urina, líquido amniótico ou massa cerebral, por exemplo.

No que cabe a Odontologia Forense ou Odontologia Legal foi possível estudarmos a atuação nas esferas: cíveis, criminais e trabalhistas, bem como, em processos éticos e administrativos. Na Balística Forense, área da criminalística responsável para examinar crimes que envolvem armas de fogo, percebemos que é uma área muito extensa que estuda a arma, sua munição e os efeitos decorrentes de tiros, para esclarecer e provar a autoria e materialidade de um crime.

O último ramo apresentado durante essa sequência de aulas sobre as Ciências Forenses e seus principais ramos foi a Criminologia Forense, que tem como objetivo, informar os processos de investigação criminal e de condenação penal. Uma das formas de identificação na Criminologia Forense é o uso da papiloscopia que foi tratada na aula 05.

Cabe salientar que todas as etapas das aulas 03 e 04 foram trabalhadas com as duas turmas em conjunto. Após o conhecimento de alguns segmentos das Ciências Forenses, foi possível destacar o interesse e a motivação dos alunos para a aprendizagem.

#### **5.1.4 AULA 5: A Papiloscopia**

**Duração: 50 minutos (01 período)**

Nesta aula os estudantes assistiram um vídeo: Laboratório forense - Impressões digitais, que pode ser acessado no endereço eletrônico ([https://www.youtube.com/watch?v=OqDrYhR\\_i1U](https://www.youtube.com/watch?v=OqDrYhR_i1U)) e tem como principal foco a introdução a Papiloscopia.

Após assistirem o vídeo, os alunos foram questionados de modo oral sobre:

1. O que chama mais a atenção no vídeo?
2. O que dizem as cenas (significados)?
3. Quais as consequências, aplicações para a nossa vida, para o grupo?

As respostas para as questões se deram por se tratar da história da Papiloscopia, principalmente no que se refere aos vestígios deixados em cenas crime e a revelação de impressões digitais latentes, além da contextualização entre o tema Ciências Forenses e os conteúdos de Química.

Para Morán (1995), o uso de vídeos como recurso pedagógico na sala de aula aproxima os alunos do cotidiano, das linguagens de aprendizagem, da comunicação, da sociedade urbana, e também introduz novas questões no processo educacional. No que se refere a avaliação da aula, o vídeo promoveu a linguagem visual, falada, musical e escrita, além de seduzir, informar e entreter.

### **5.1.5 AULAS 6 e 7: Estudo das impressões digitais**

**Duração: 1 hora e 40 minutos (02 períodos)**

Tendo em vista que a proposta educacional possui como tema central o uso dos temperos como reveladores para impressões digitais latentes, foram abordados num primeiro momento, os aspectos conceituais a respeito da ciência que trata este tema, a Papiloscopia, suas classificações, subtipos, pontos característicos, além dos conceitos básicos sobre impressões digitais, como perenidade, imutabilidade, variabilidade e individualidade. Neste contexto foi possível relacionar este tema com aspectos de identificação civil e criminal, através da Lei Nº 12.037, de 1º de outubro de 2009, tema importante e tratado na redação do ENEM do ano de 2021.

Além disso, através de recursos multimídia, foram relacionados os componentes químicos das impressões digitais e suas principais funções orgânicas e os principais métodos de revelação de impressões digitais latentes.

As aulas 6 e 7 foram trabalhadas com as duas turmas agrupadas e entre os questionamentos houve destaque nas seguintes questões:

1. Qual a possibilidade de realizar a revelação de impressões digitais na escola?
2. Como conseguir os pós reveladores de impressões digitais?
3. Quando vamos fazer os experimentos de revelação de impressões digitais?

Diante disso, é possível observar o envolvimento, o interesse e principalmente ver alunos motivados. Avelar (2015), destaca em seu artigo que:

a motivação é fator fundamental no processo ensino aprendizagem. Sem motivação não há nem ensino e nem aprendizagem, pois o aluno que está motivado tem energia suficiente para novas aprendizagens se tornando o protagonista de sua aprendizagem e o professor motivado consegue envolver o aluno neste processo (AVELAR, 2015, p. 75).

Cabe ressaltar, que a motivação e o ensino aprendizagem estão interligados, sendo de suma importância os dois tópicos no contexto escolar. Neste sentido, foi possível melhorar o planejamento das próximas aulas.

#### **5.1.6. AULA 8: Os temperos e as funções orgânicas**

**Duração: 50 minutos (01 período)**

Na aula 8, foram retomados os processos de revelação de impressões digitais que estão explicados em maiores detalhes no Produto Educacional (Apêndice F). Após uma explicação sobre o potencial de revelação através dos temperos *curry*, canela e louro, testados anteriormente, realizou-se a análise sobre a composição química dos temperos. Nesta aula, também foram projetadas algumas das estruturas químicas dos temperos selecionados e em grupos os alunos observaram e anotaram as funções orgânicas contidas, em seguida as anotações foram discutidas de modo oral pela pesquisadora.

As duas turmas trabalharam juntas nesta atividade e os grupos de 5 alunos foram formados por proximidade. A aula atingiu o objetivo proposto: participação efetiva dos estudantes e interação, bem como a aprendizagem significativa, uma vez que a maioria dos grupos respondeu corretamente a atividade.

#### **5.1.7. AULAS 9, 10 e 11: Revelação de impressões digitais**

**Duração: 2 horas e 30 minutos (03 períodos)**

Nesta etapa foram realizadas as aulas experimentais sobre revelação de impressões digitais latentes, através da sublimação do lodo, grafite em pó, pó padrão e os condimentos: o louro, o *curry* e a canela em diferentes superfícies. As superfícies utilizadas para a deposição de impressões digitais foram: papel branco (folhas de papel sulfite A4), vidro transparente liso e plástico escuro (pedaços de capa de apostila).

Cada turma, descritas aqui por Turma A e Turma B, realizou esta etapa em momentos distintos. Os principais motivos foram o espaço do laboratório de ciências não comportar o número total de estudantes e por ter somente um pincel de fibra de vidro, adquirido pela pesquisadora. Os alunos manipularam todos os experimentos.

Foram analisadas impressões digitais latentes naturais. Para a deposição das impressões digitais naturais, os alunos foram solicitados a lavar as mãos com água e sabão neutro e secar para que os resultados não fossem prejudicados pelo uso de cremes ou contato com outras superfícies anteriormente. Foi necessário aguardar cerca de 30 minutos para que as coletas das impressões digitais pudessem ser feitas.

As Figuras 8 e 9 contém alguns materiais que foram utilizados nesta etapa, a Figura 10 apresenta a pesquisadora demonstrando uma das técnicas de revelação de impressões digitais latentes. As Figura 11 e 12 apresentam as turmas pesquisadas.

**Figura 8: Alguns dos materiais que foram utilizados para a revelação de impressões digitais**



Fonte: Autora (2021).

**Figura 9: Condimentos utilizados na revelação de impressões digitais latentes**



Fonte: Autora (2021).

**Figura 10: Pesquisadora demonstrando a técnica na Turma A**



Fonte: Autora (2021).

**Figura 11: Turma A**

Fonte: Autora (2021).

**Figura 12: Turma B**

Fonte: Autora (2021).

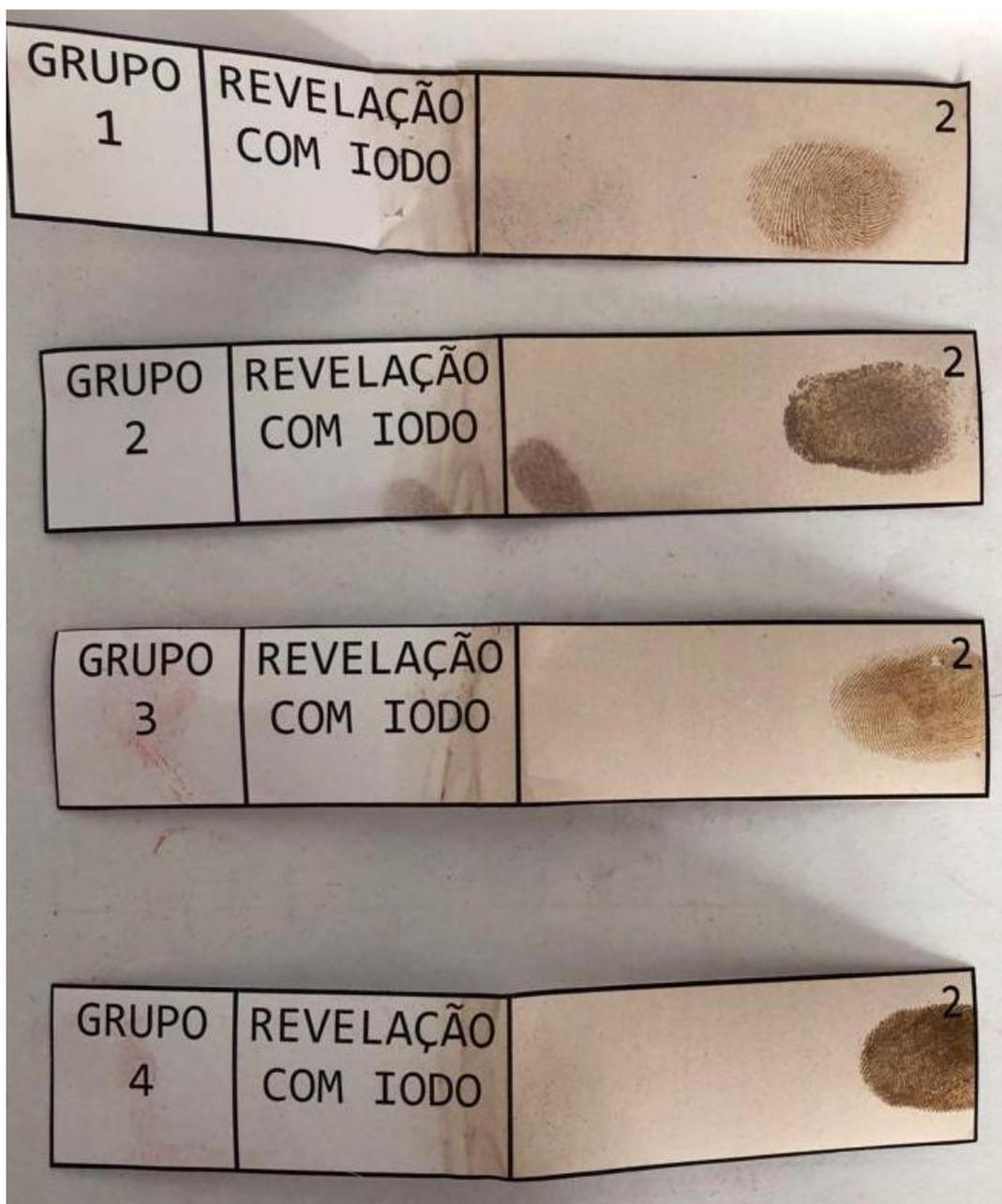
### **Experimento 1 - Revelação de impressões digitais através da sublimação do iodo**

Os alunos foram divididos em 5 grupos na Turma A e 4 grupos na Turma B e o primeiro passo foi a coleta de impressões digitais naturais dos grupos em papel sulfite A4. O material foi depositado em um pote transparente contendo iodo sólido. Após um tempo de espera de 10 minutos para o iodo sublimar, e assim revelar a impressão digital latente, os alunos foram instigados a pensar e trazer explicações sobre o processo que estava acontecendo. As Figuras 13 e 14 apresentam a revelação através da sublimação do iodo nas Turmas A e B.

Figura 13: Revelação através da sublimação do iodo - Turma A



Fonte: Autora (2021).

**Figura 14: Revelação através da sublimação do iodo - Turma B**

Fonte: Autora (2021).

No experimento 1, o iodo é sublimado, ou seja, passando diretamente do estado sólido para o estado gasoso e os seus vapores vão dissolver-se na gordura deixada pelas impressões digitais. Quando tocamos com os nossos dedos em alguma superfície, deixamos resíduos de gordura, suor, aminoácidos e proteínas. São esses resíduos que permitem obter as impressões digitais. Os resultados obtidos mostram que a gordura da pele, em contato com o iodo adquire coloração acastanhada, permitindo ver a impressão digital com algum detalhe.

O grande inconveniente desta técnica, é que ao fim de algum tempo, a impressão digital acaba por desaparecer. As imagens das Figuras 13 e 14 foram capturadas no final de todos os experimentos, devido a isso as imagens não estão tão legíveis quanto inicialmente.

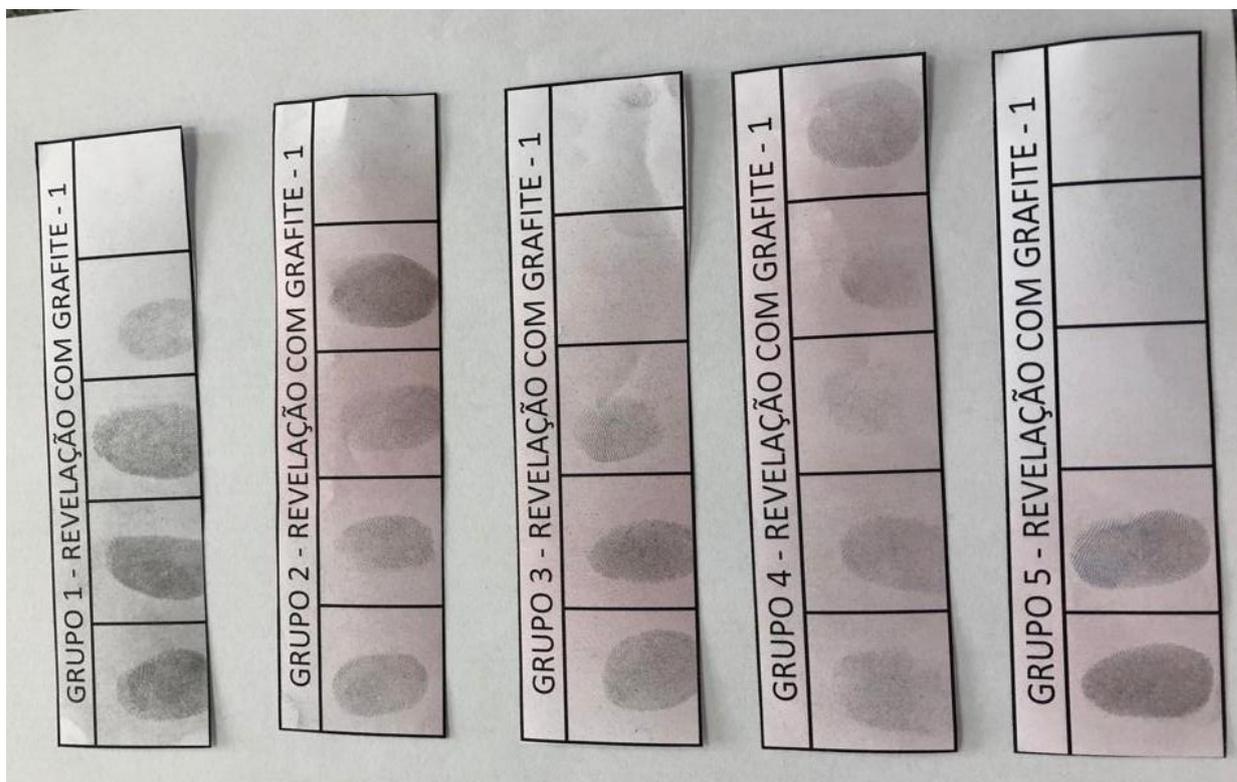
## **Experimento 2 - Revelação de impressões digitais através do método de empoamento**

Para as técnicas da revelação de impressões digitais latentes utilizando o método de empoamento, foram utilizados os seguintes pós: grafite em pó, pó padrão e os condimentos, *curry*, canela e louro. Os alunos foram orientados a tocar levemente todas as superfícies indicadas para a coleta de impressões digitais. Após a coleta, os pós foram aplicados lentamente com a ajuda de um pincel de fibra de vidro fazendo movimentos suaves sobre as superfícies.

### **a. Resultado do método utilizando grafite em pó**

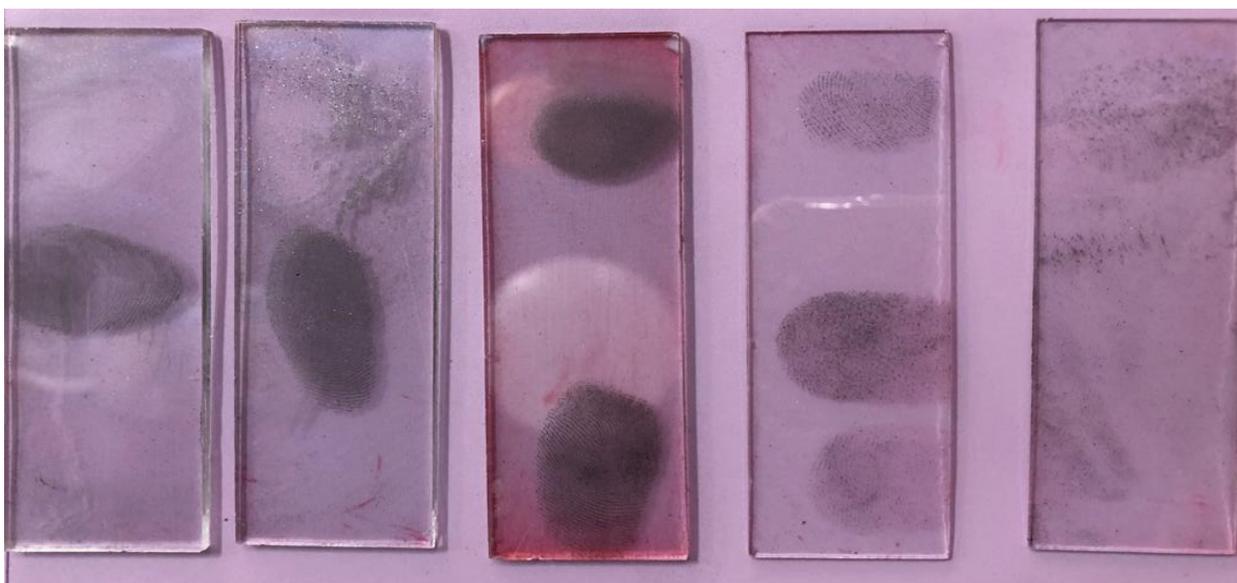
Na técnica da revelação de impressões digitais latentes utilizando grafite em pó, foram utilizadas as superfícies papel branco (sulfite A4) e vidro transparente, que foi previamente higienizado com álcool líquido. O grafite em pó se mostrou eficiente para a revelação das impressões digitais, tanto no papel (sulfite A4), quanto no vidro transparente devido as suas moléculas de natureza apolar, capazes de interagirem com substâncias sebáceas presentes nas impressões digitais latentes. Os resultados podem ser observados nas Figuras 15 e 16.

**Figura 15: Revelação de impressões digitais com o uso do grafite em pó no papel branco (sulfite A4) - Turma A**



Fonte: Autora (2021).

**Figura 16: Revelação de impressões digitais com o uso do grafite em pó no vidro transparente - Turma A**

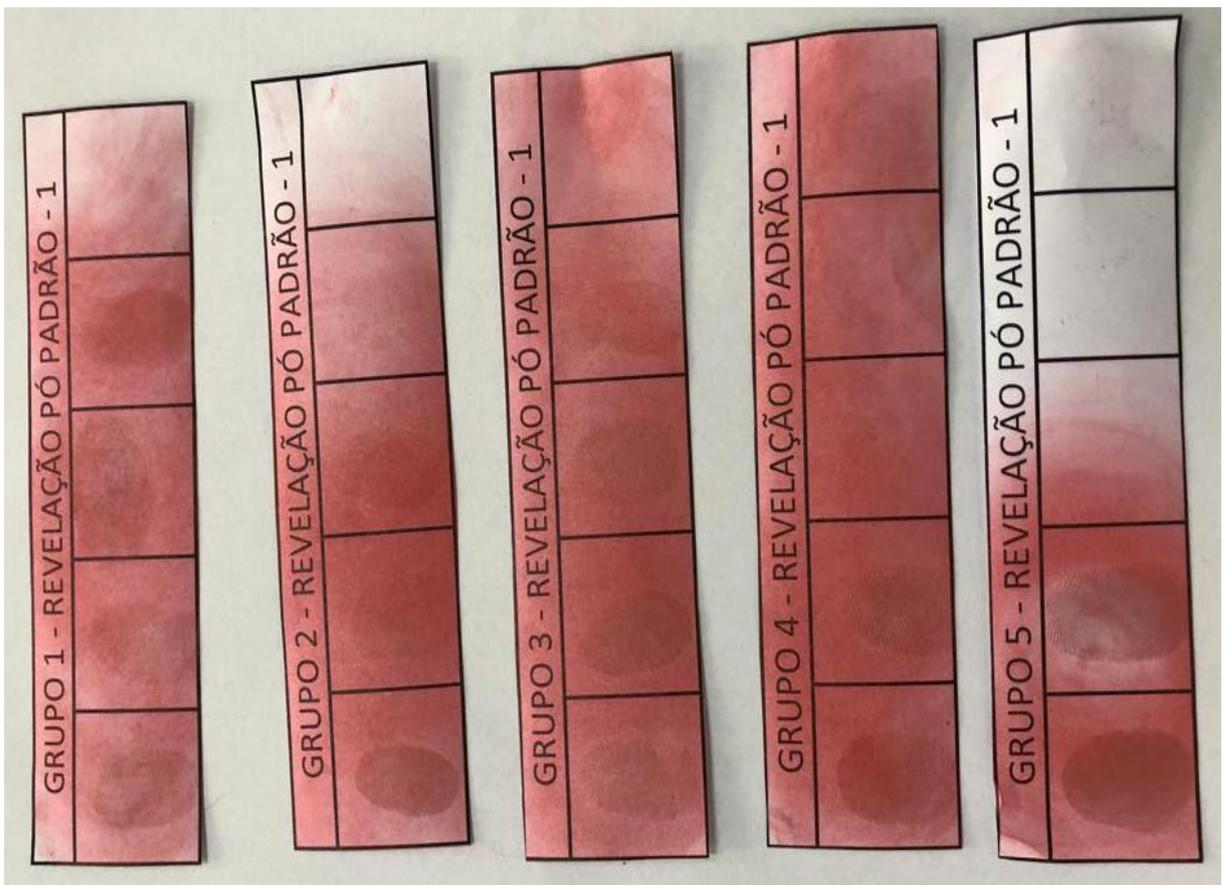


Fonte: Autora (2021).

**b) Resultado do método utilizando Pó Padrão**

Na técnica da revelação de impressões digitais latentes utilizando pó padrão, foram utilizadas as superfícies papel branco (sulfite A4), vidro transparente e plástico escuro. O pó padrão foi usado para fins de comparação de resultados, sendo desenvolvido especialmente para esse fim e adquirido em sites da internet. Existe uma infinidade de pós desenvolvidos comercialmente, este especialmente fica vermelho quando interage nas substâncias presentes nas impressões digitais em superfícies claras, como no caso do papel sulfite branco e cinza brilhante em superfícies escuras como o plástico usado neste experimento. Este experimento oportunizou revisar a aula teórica sobre os tipos de linhas e compostos contidos nas impressões digitais, além da importância da coloração dos pós reveladores. As Figuras 17 e 18 demonstram a técnica utilizada no papel branco (sulfite A4) nas Turmas A e B.

**Figura 17: Revelação de impressões digitais utilizando o pó padrão no papel branco (sulfite A4) - Turma A**



Fonte: Autora (2021).

**Figura 18: Revelação de impressões digitais utilizando o pó padrão no papel branco (sulfite A4) - Turma B**



Fonte: Autora (2021).

### **c. Resultado do método utilizando os condimentos: o louro, o *curry* e a canela**

Neste experimento, as impressões digitais latentes foram reveladas utilizando os condimentos: louro, *curry* e canela em pó, nas seguintes superfícies: papel branco (sulfite A4) e plástico escuro. O uso de pós, depende da superfície onde possivelmente se encontra a impressão digital, sendo necessário que haja contraste de cores (GUERREIRO; SAMPAIO, 2019).

Os condimentos se mostraram bons reveladores nas diferentes superfícies utilizadas, quando comparados ao pó padrão, uma vez que seus compostos possuem afinidade química com os componentes presentes nas impressões digitais latentes. Isso ocorre porque as impressões digitais contêm resquícios de suor e gordura, provenientes das glândulas sudoríparas, sebáceas e apócrinas (GUERREIRO; SAMPAIO, 2019).

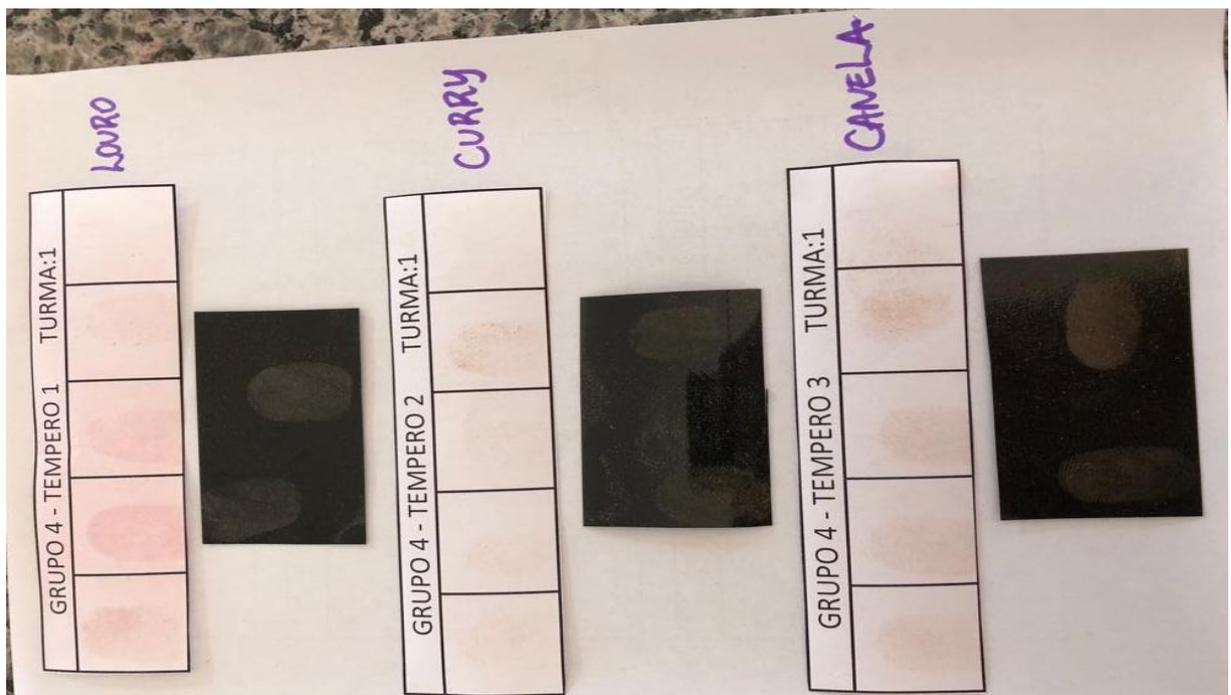
Cabe salientar que, com esse experimento, foi possível trazer ao aluno noções sobre a composição química dos condimentos e das impressões digitais, além ser uma possibilidade de revisar conceitos químicos como interações moleculares,

aminoácidos, proteínas e funções orgânicas, estabelecendo conexões entre teoria e prática. As substâncias utilizadas, o *curry*, o louro e a canela são de fácil obtenção, apresentam baixo custo, baixa toxicidade, quando comparados aos pós utilizados para revelação de impressões digitais latentes de uso comercial.

As Figuras 19 e 20 ilustram a aplicação do método de revelação de impressões digitais usando os condimentos em diferentes superfícies nas turmas A e B. Um dos pontos negativos observados foi ter apenas um pincel de fibra de vidro e como o pó padrão era de coloração vermelha acabou comprometendo alguns resultados. No entanto, apesar de em alguns casos não ser possível evidenciar a impressão digital totalmente, não se descarta o emprego desses condimentos como alternativas aos métodos convencionais de aplicação de pós, principalmente para fins educacionais.

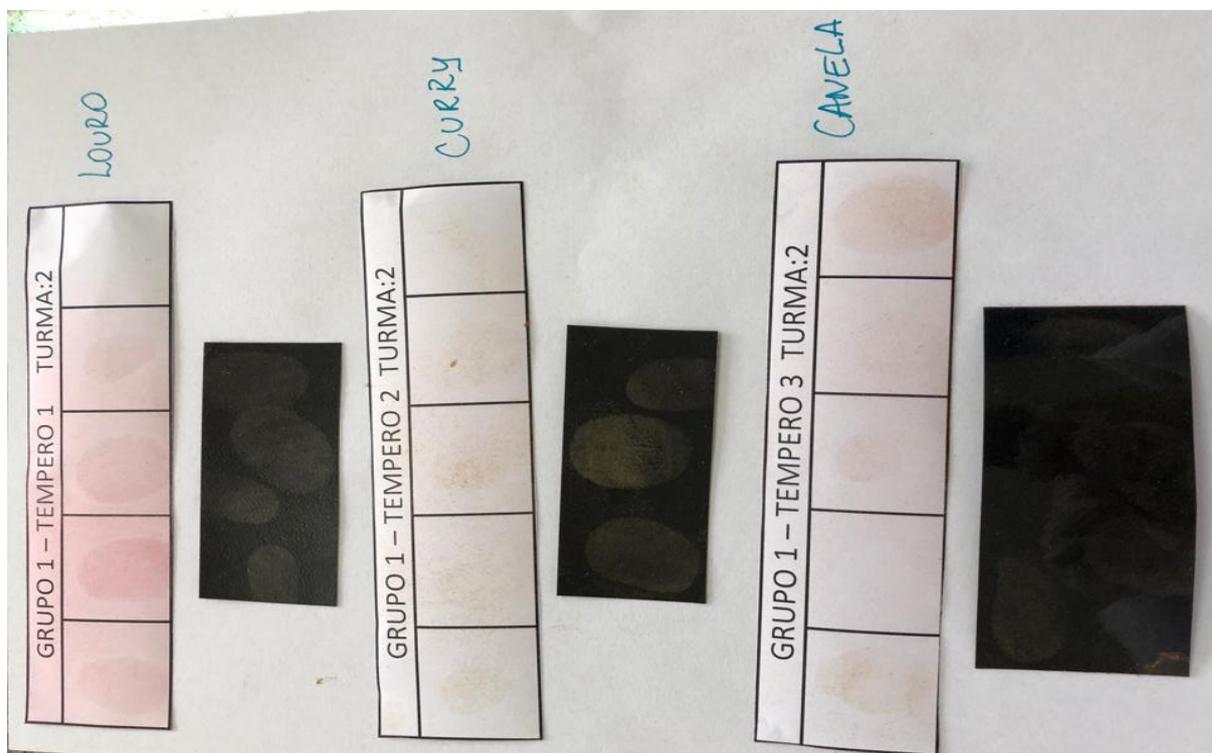
Na oportunidade foi possível verificar o interesse pelas aulas nas duas turmas e conforme relatos orais, surgiu o desejo de seguir em estudos posteriores relacionados à Ciência Forense, além da aprendizagem significativa de conceitos químicos. Com a aplicação das aulas experimentais acima descritas é possível afirmar que a Química aplicada às Ciências Forenses, especificamente na papiloscopia, favorece o interesse do aluno, dada a repercussão prática do tema.

**Figura 19: Revelação de impressões digitais utilizando os condimentos curry, louro e canela na superfície de papel (sulfite A4) e plástico escuro - Grupo 4 - Turma A**



Fonte: Autora (2021).

**Figura 20: Revelação de impressões digitais utilizando os condimentos curry, louro e canela na superfície de papel (sulfite A4) e plástico escuro - Grupo 1 - Turma B**



Fonte: Autora (2021).

### 5.1.8 AULA 12: Resultados do questionário pós-teste

#### Duração: 50 minutos (01 período)

Neste momento foi aplicado o questionário final (pós-teste), contido no Apêndice E, que teve por objetivo verificar se a Sequência Didática contribuiu para entender o que é a química e sua relação com o cotidiano, se forneceu alternativas para revisar os conteúdos de funções orgânicas, se houve a compreensão pelos alunos sobre alguns aspectos relacionados com as Ciências Forenses e se gerou interesse pelo tema. Nesta etapa, os pesquisados das turmas A e B responderam em momentos separados e como no primeiro questionário foram orientados a não se comunicarem a fim de evitar interferências nas respostas.

Após a aplicação do questionário final, optou-se por apresentá-lo em quatro subdivisões:

1. A Química e sua relação com o cotidiano.
2. A aplicação da Sequência Didática forneceu alternativas para revisar os conteúdos de funções orgânicas.
3. Conhecimento dos estudantes sobre as Ciências Forenses.

4. Interesse pelo tema e metodologia utilizada na aplicação da Sequência Didática: *Introdução às Ciências Forenses na escola: motivação para as aulas de Química Orgânica*.

#### 5.1.8.1 A Química e sua relação com o cotidiano

Para análise desta subdivisão foram observadas as questões de número um e dois dos questionários inicial e final, que se repetiram com o objetivo de verificar o entendimento dos alunos sobre a Química e sua relação com o cotidiano, antes e após a aplicação da Sequência Didática, contido no Apêndice E.

A partir da avaliação das respostas da primeira questão aberta dos questionários diagnóstico e final, “**O que é Química?**” Estabeleceram-se os seguintes critérios: “entende”, “entende parcialmente”, “não entende” e “não respondeu”. A Tabela 2, traz os percentuais dos critérios antes e após a aplicação do Produto Educacional.

**Tabela 2: Resultados oriundos dos Percentuais dos critérios referentes à questão 1 dos questionários diagnóstico e final**

Questão 1	Antes da aplicação do Produto Educacional	Após a aplicação do Produto Educacional
Entende	15%	23%
Entende parcialmente	76%	71%
Não entende	9%	3%
Não respondeu	0%	3%

Fonte: Autora (2021).

O conceito de Química descrito pelos estudantes, como podemos observar na Tabela 2, após a aplicação do Produto Educacional aumentou de 8% em relação aos alunos que entenderam, conseqüentemente a diminuição de 5% dos alunos que entendem parcialmente e uma redução de 6% dos alunos que não entenderam e 3% não responderam a questão. A análise detalhada da questão um pós aplicação da Sequência Didática, revela que os alunos conseguem descrever com melhor precisão que a Química trata principalmente das propriedades das substâncias, as mudanças que elas sofrem, e as leis naturais que descrevem estas mudanças. Os avanços dos

estudantes no entendimento indicam um benefício, visto que, a Química está presente em tudo e é a chave para a solução de muitos dos problemas que nos deparamos no dia-a-dia.

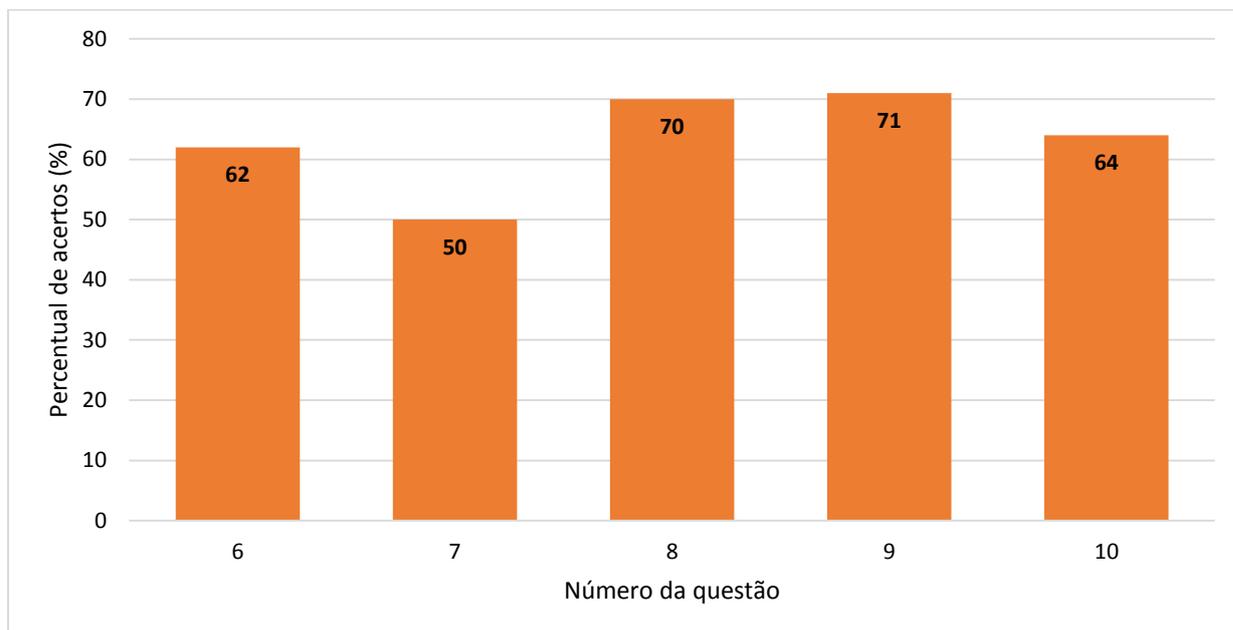
As respostas no questionário final para a questão dois “**Consegue relacionar a disciplina de Química com o seu cotidiano? No caso de resposta afirmativa, onde?**”, mostraram ter um bom conhecimento de sua presença no cotidiano. Nos exemplos citados, a Química está relacionada aos medicamentos, nos cosméticos, nos alimentos, nas bebidas, nas investigações criminais, ao metabolismo (respiração e digestão), móveis e a processos e transformações que acontecem na natureza. A porcentagem de alunos que responderam afirmativamente a esta questão no questionário final (91%) foi superior em comparação ao questionário inicial (71%), sugerindo que a Sequência Didática foi capaz de ampliar o conhecimento e a percepção acerca da presença da Química em suas vidas.

#### 5.1.8.2 A aplicação da Sequência Didática forneceu alternativas para revisar os conteúdos de funções orgânicas

Para avaliar se a Sequência Didática contribuiu para a revisão e aprendizado significativo de funções orgânicas, foi solicitado aos estudantes que respondessem às questões fechadas de números 6, 7, 8, 9 e 10 de identificação de grupos funcionais de compostos presentes nos reveladores de impressões digitais como a Ninidrina, nas bases nitrogenadas que compõem o DNA, nos aminoácidos e na composição dos temperos usados como reveladores de impressões digitais latentes (Apêndice E).

As questões abordaram as seguintes funções orgânicas: álcool, aldeído, fenol, cetona, éter, ácido carboxílico, amina e amida e tiveram por objetivo detectar as dificuldades dos estudantes em relação a esse conteúdo. Na Figura 21 está representado o percentual de estudantes que identificou corretamente os grupos funcionais em cada questão, em um universo de 34 alunos.

**Figura 21: Percentual de acertos nas questões referentes ao conteúdo de funções orgânicas (questões 6 – 10)**



Fonte: Autora (2021).

Através da análise da Figura 21, podemos observar que os estudantes apresentaram índices de assertividade igual e superior a 50%. O menor número de acertos ocorreu na questão número sete, isso pode ter ocorrido devido a alguns fatores como, a estrutura dos quatro aminoácidos apresentados na questão possuírem funções mistas, além da questão pedir para que indicassem a função orgânica não encontrada nos aminoácidos, portanto, não sendo descartada a falta de atenção na leitura da questão. Conforme Silva (2016, p. 32), “os maiores índices de erros nessas questões, podem ser atribuídos ao fato de os alunos terem estudado as funções orgânicas separadamente, o que torna mais difícil para eles a identificação nas estruturas com funções mistas”. Nesse ponto, é importante trabalhar esses conceitos com os alunos de modo a relacionar os diversos conteúdos, mostrando que as substâncias que estão presentes no nosso dia a dia apresentam diversas funções orgânicas (CAVALHEIRO, WANMACHER, PINO, 2016).

A questão número 6 atingiu um percentual superior a 60% de acertos. A questão apresenta uma equação química da Ninidrina quando reage com um dos compostos do suor e produz um produto de cor púrpura e água. O reagente Ninidrina quando depositado sobre os vestígios papilares ocultos, torna-os visíveis. Aos alunos foi solicitado que analisassem somente o composto da Ninidrina. A Ninidrina apresenta as funções álcool e cetona, porém foi observado que os alunos podem ter

confundido a função álcool com ácido carboxílico, pelo fato dos dois grupos apresentarem a hidroxila (OH). Outro fator determinante para a discrepância na resolução da questão, pode ser o fato dos alunos analisarem outra substância da reação, já que ela apresenta quatro substâncias.

A questão oito consistia nas estruturas das bases nitrogenadas presentes no DNA, que foi amplamente comentado durante as aulas teóricas e teve um percentual de 70% de acertos. Os outros 30% dos estudantes podem ter confundido com o grupo fenol que apresenta em sua estrutura cadeia aromática, composta de um anel de seis átomos de carbonos e ligações duplas e simples alternadas e hidroxila, dado que as bases nitrogenadas, Adenina, Timina, Guanina e Citosina são compostos que apresentam estruturas fechadas anelares, cujas cadeias são constituídas por dois anéis ligados, um contendo seis carbonos e outro contendo cinco carbonos.

As demais questões avaliadas referentes a funções orgânicas, números 9 e 10 apresentaram estruturas químicas presentes nos condimentos utilizados como reveladores de impressões digitais latentes neste estudo. O percentual de acertos foi 71% na questão 9 e 64% na questão 10. Esses percentuais demonstram que os estudantes identificaram com maior facilidade as questões com a presença de apenas um grupo funcional.

Apesar das dificuldades apresentadas pelos estudantes na identificação de algumas funções orgânicas nas questões 6, 7, 8, 9 e 10 podemos constatar que a Sequência Didática aplicada forneceu alternativas para revisar os conteúdos de funções orgânicas, visto que em todas as questões o número de acertos variou de 50% a 71%.

#### 5.1.8.3 Conhecimento dos estudantes sobre as Ciências Forenses

A fim de identificar o conhecimento dos estudantes adquiridos após a aplicação da Sequência Didática em relação às Ciências Forenses, foram avaliadas as respostas das questões abertas e fechadas, números 4, 5, 11 e 12, contidas no Apêndice E.

Na questão número quatro, aberta **“Descreva sucintamente o que são as Ciências Forenses.”** Entre os 34 estudantes que responderam esta questão, 26 (76%), conseguiram descrever, sete (21%), descreveram parcialmente e somente um (3%) estudante não respondeu a questão. Comparando as questões iguais, número 4

do questionário final e a questão número 11 do questionário inicial, nota-se que após a aplicação da Sequência Didática a compreensão sobre as Ciências Forenses aumentou para 61%. Embora os estudantes tenham sido sucintos em suas respostas, esse percentual nos indica que a proximidade com o tema aconteceu após a sequência de aulas.

A questão número cinco, fechada, abordou sobre os **ramos das Ciências Forenses**, através das respostas dos estudantes, foi possível verificar que 32 estudantes (94%) conseguiram associar os segmentos, Entomologia, Antropologia, Toxicologia, Psicologia e Psiquiatria, Genética, Balística Forense, além da Papiloscopia a suas utilizações e dois estudantes (6%) não conseguiram fazer esta relação. Na questão 12, aberta, é possível averiguar que 97% dos estudantes conseguem descrever e 3% descreve parcialmente quando perguntados **“Para que servem as impressões digitais?”**. A grande maioria dos alunos respondeu que as impressões digitais são a identificação dos indivíduos, dado que são únicas em cada pessoa e não compartilháveis.

Outra constatação, foi na análise da questão 11, aberta. Os estudantes foram perguntados, **“Você consegue relacionar conteúdos de Química com as Ciências Forenses?”** Conforme observado no Quadro 14, algumas respostas estão destacadas.

#### **Quadro 14: Respostas destacadas na questão 11 do questionário final**

“...nos compostos orgânicos.”  
 “...nas reações.”  
 “...nas funções orgânicas.”  
 “...formulação de corantes utilizados nas investigações.”  
 “...na composição dos temperos.”  
 “...nas reações do corpo.”  
 “...na identificação de pessoas.”  
 “...nos reagentes.”  
 “...na decomposição de corpos.”  
 “...no estudo das impressões digitais.”  
 “...nos corpos, balas, composição de pós reveladores.”  
 “...no DNA.”  
 “...na Antropologia, idade de um fóssil.”

Fonte: Autora (2021).

Nesta questão, 88% dos estudantes conseguiram fazer alguma relação entre a Química e as Ciências Forenses, conforme descrito no Quadro 14, 6% dizem fazer

relações, mas não justificaram e 6% descreveram não conseguir fazer nenhuma relação entre a Química e o tema abordado. Segundo Wartha e Faljoni-Alário (2005),

Não há nada no mundo físico ou social que, em princípio, não possa ser relacionado aos conteúdos curriculares da Educação Básica. É, portanto, inesgotável a quantidade de contextos que podem ser utilizados para ajudar os alunos a darem significado ao conhecimento (WARTHA e FALJONI-ALÁRIO, 2005, p. 42).

Por meio das atividades desenvolvidas na sequência de aulas, os estudantes em sua maioria, foram capazes de dar significado ao conhecimento, observar a relevância dos conteúdos estudados e fazer relações com a Química e a interdisciplinaridade, além da contextualização das Ciências Forenses.

#### 5.1.8.4 Interesse pelo tema e metodologia utilizada na aplicação da Sequência Didática: *Introdução às Ciências Forenses na escola: motivação para as aulas de Química Orgânica*

Para este subgrupo foram avaliadas as respostas das questões abertas número 3 e 13 do questionário final.

As observações realizadas nesta avaliação levam ao questionamento acerca dos fatores que motivam o estudo na disciplina de Química, identificados na questão de número 3 sobre **“Qual a sua concepção sobre a metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho?”** E, na questão número 13 **“Avalie as aulas trabalhadas sobre Ciências Forenses.”** Consideramos que estes fatores são válidos, pois mostram aspectos da disciplina ou de seu ensino, que agradam aos estudantes. Para a questão sobre a metodologia utilizada, 97% dos estudantes destacou que as aulas de modo geral foram *“...atrativas”, “...boas”, “...sensacionais”,* e 3% dos estudantes não responderam à questão.

Na análise da questão número 13, que se refere a avaliação das aulas trabalhadas, os 34 estudantes em sua totalidade de alguma forma descreveram positivamente sobre as aulas aplicadas sobre a temática Ciências Forenses, conforme descrito no Quadro 15.

#### **Quadro 15: Respostas oriundas da questão 13 do questionário final**

<p><i>“...muito boas, pois obtive grandes conhecimentos na área.”</i></p> <p><i>“...interessantes.”</i></p>
---

*“...muito legal.”*  
*“...bom, tive contato com aulas práticas.”*  
*“...muito dinâmicas.”*  
*“...ótimas, bem aplicadas e desenvolvidas.”*  
*“...despertaram a curiosidade.”,*  
*“...divertidas.”*  
*“...sensacionais.”*  
*“...excelentes.”*  
*“...facilitaram o entendimento, muito proveitosas.”*  
*“...muitas escolas deveriam trabalhar com o tema, para o aluno ter a oportunidade de conhecer e entender as Ciências Forenses.”*

**Fonte:** Autora (2021).

A análise das respostas descritas no Quadro 16, indicou que os estudantes se envolveram com as atividades, se sentiram motivados e estimulados com a aplicação da Sequência Didática. Em tese, as Sequências Didáticas são diferentes das aulas tradicionais, elas buscam articular diferentes atividades para o processo de ensino e aprendizagem, fazendo com que os alunos se envolvam em todas as etapas. Consideramos que o objetivo deste trabalho foi cumprido, visto que, na metodologia utilizada o ensino de Química através da temática Ciências Forenses foi capaz de promover a aprendizagem significativa.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta didática apresentada surge como uma forma de propor atividades referentes a um problema de investigação científica que envolve o interesse pelas aulas de Química no terceiro ano do Ensino Médio e sua aproximação com as Ciências Forenses, de modo contextualizado. Assim, os alunos, além de aprender sobre conceitos científicos, discutiram, questionaram e fizeram atividades práticas e revisaram os conteúdos de Química Orgânica, principalmente sobre funções orgânicas. Ademais, a atividade proposta pode contribuir significativamente para despertar os interesses e a curiosidade e desenvolver a criatividade e imaginação, atitudes de grande importância nesta etapa escolar.

Inicialmente, objetivou-se identificar as dificuldades de aprendizagem do ensino de Química Orgânica dos alunos e através da revisão sistemática, foi possível analisar os desafios e metodologias utilizadas no ensino de funções orgânicas e como a temática Ciências Forenses tem sido abordada atualmente. Entretanto, os resultados obtidos no decorrer desta pesquisa possibilitaram reflexões outras que apesar de se relacionarem com a proposta inicial, superaram estas intencionalidades.

Tal como tratamos anteriormente, avaliamos que a propagação de práticas educativas inovadoras no ensino de Química precisa ser incentivada e valorizada. Associado a isso, essas práticas contribuem para uma revisão do modelo atual fragmentado e compartimentalizado que faz distinção entre as diferentes séries do Ensino Médio.

Considerando-se os objetivos e as especificidades da escola e do ensino de Química e a necessidade da contextualização e da criação de significado para que os conteúdos estudados possibilitem a formação do estudante enquanto cidadão, conclui-se que há a urgente necessidade da reestruturação da organização curricular da Química na Educação Básica. Essa constatação já é proposta na BNCC, e é preciso pensar formas que estejam atentas às circunstâncias dos professores em suas práticas junto aos alunos na educação básica.

Ainda que tenhamos clareza das limitações do nosso estudo, no que compete ao seu tamanho e ao público-alvo, é necessário empreender estudos sistemáticos acerca da realidade do ensino de Química Orgânica nas escolas do país. É notável que, enquanto professores de Química, temos a responsabilidade ético-política de

continuar oferecendo o melhor ensino-aprendizado, por meio de um ensino comprometido com questões que dialoguem com a leitura do mundo dos estudantes.

A partir das atividades desenvolvidas e da metodologia empregada, destacam-se alguns aspectos pelos quais acredita-se na eficiência da Sequência Didática: *Introdução às Ciências Forenses na escola: motivação para as aulas de Química Orgânica* aplicada. Essa foi capaz de estimular a participação ativa dos estudantes, a curiosidade e o interesse, propiciando a construção de um ambiente motivador, agradável e rico em situações novas e desafiadoras. Ambiente este que pode facilitar aos alunos o desenvolvimento de autonomia, do espírito crítico e, principalmente, das atitudes e dos procedimentos investigativos, tais como, formulação de perguntas e de hipóteses, coleta de dados, proposição de procedimentos ou de estratégias para resolução do problema, identificação do problema, entre outras. Foi uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, deixando de lado a postura passiva do modelo tradicional de ensino, trabalhado nas escolas. Desta maneira conclui-se que esta estratégia de ensino, aliada ao tema das Ciências Forenses, despertou a aprendizagem significativa de conceitos e alunos embevecidos no ambiente escolar. Isso foi amplamente percebido nos resultados aqui apresentados, assim como nos depoimentos dos estudantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, TC de; JUNIOR, Wilmo Ernesto Francisco. Ações e reflexões durante o Estágio Supervisionado em Química: algumas notas autobiográficas. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 4, p. 283-291, 2013.

ALBA, Juliana; SALGADO, Tania Denise Miskinis; DEL PINO, José Cláudio. Estudo de Caso: uma proposta para abordagem de funções da Química Orgânica no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa. Vol. 6, n. 2 (maio/ago. 2013), p. 76-96, 2013.

ALBUQUERQUE, Miriani Vieira *et al.* Educação alimentar: uma proposta de redução do consumo de aditivos alimentares. **Química e Sociedade**, v. 34, n. 2, p. 51-57, 2012.

AMARAL, Carmem Lúcia Costa; XAVIER, Eduardo da Silva; MACIEL, Maria de Lourdes. Abordagem das relações ciência/tecnologia/sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de Química do Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p. 101-114, 2016.

AMORIM, Nayane M. *et al.* Química e Armas Não Letais: Gás Lacrimogêneo em Foco. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 2, p. 88-92, 2015.

ANTUNES, Murilo Tissoni. **Ser protagonista: Química**. São Paulo: Edições SM, v. 3, 2013.

ARAÚJO, C. J. **Identificação Papiloscópica**. Brasília: SENASP/ANP, 2000.

ARAÚJO, Álvaro Placeres de. **Manual de Dactiloscopia**. São Paulo: Escola de Polícia, 1957.

ARAÚJO, Maria C. Pansera de; AUTH, Milton A.; MALDANER, Otavio A. **A identificação das características de inovação curricular em Ciências Naturais e suas tecnologias através de Situações de Estudo**. Enpec, 5., 2005, Bauru. Atas. Bauru, SP, 2005. CD-ROM.

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003.

AVELAR, Alessandra Cândida. A motivação do aluno no contexto escolar. **Anuário Acadêmico-científico da UniAraguaia**, v. 3, n. 1, p. 71-90, 2014.

AZEVEDO, Leandro de Araújo *et al.* Biodiesel a partir de óleo de fritura: uma temática atual para abordagem das relações cts em uma sala de aula de Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [S.l.], v. 6, n. 22, p. 41-61, jan. 2013.

BALTIERI, D.A.; RIGONATTI, S.P. Aspectos básicos da Psiquiatria forense. In: Alvarenga, P.G.; Andrade, A.G. **Fundamentos em Psiquiatria**. Baueri: Manole; 2008. p.521-45.

BARBERÁ, F. A; TURÉGANO, J. V.; **Policia Científica**. 3. Ed. Valencia, 1998.

BARBOZA, Darléia Alessandra Posser; MERLO, Aloir Antonio; PAZINATO, Maurícus Selvero. Plano Orientador “Grupos Cromóforos e sua Relação com a Cor”: Produto Educacional para uma Abordagem Experimental Investigativa da Química Orgânica no Ensino Médio. 2021.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BATISTA, Fábio Roberto. **Química: Ensino Médio**. Curitiba: Positivo, 2015.

BORGES, Luciana Diniz; MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens. Lavagem a seco. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 11-18, 2013.

BORGES, Marcella M. C.; BORGES, Keyller B.; PINHEIRO, Paulo C. “Luzes” capilar: dos salões de beleza à educação Química. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 40, n. 1, p. 4-13, fev. 2018.

BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes *et al.* A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar químico e histórico: uma abordagem interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 3-10, 2013.

BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes *et al.* A química dos chás. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 3, p. 168-175, 2014.

BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes; ZAPPE, Janessa Aline. A química dos agrotóxicos. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil (1988)**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.Htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.Htm)

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014**. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de junho de 2014a. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm).

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.037, de 1º de outubro de 2009**. Dispõe sobre a identificação criminal do civilmente identificado. <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2009/lei-12037-1-outubro-2009-591435-publicacaooriginal-116516-pl.html>

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1998.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular** (Primeira Versão). Ministério da Educação, Brasília, DF: MEC, 2015c. Disponível em: <http://historiadaBNCC.mec.gov.br/documentos/BNCC-APRESENTACAO.pdf>. Acesso em: 22. Out. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular** (Segunda Versão). Ministério da Educação, Brasília, DF: MEC, 2016a. Disponível em: <http://historiadaBNCC.mec.gov.br/documentos/BNCC-2versao.revista.pdf>. Acesso em: 24. Set. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular** (Terceira Versão). Ministério da Educação, Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_publicacao.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf). Acesso em: 22. Nov. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP 2/2017**. Diário Oficial da União, Brasília, 22 de dezembro de 2017, Seção 1, pp. 41 a 44.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (Terceira Versão)**. Ministério da Educação, Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 20. Set. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação, Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://download.basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 15. Out. 2020.

\_\_\_\_\_. **Subsídios para diretrizes curriculares nacionais específicas da educação básica**. Brasília, MEC, 2009. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/subsidios\\_dcn.pdf](http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/subsidios_dcn.pdf). Acesso em: 10. Nov. 2020.

BRITO Caroline Cassia, 2003. **A arte de identificar**. Disponível em [https://www.ipebj.com.br/docdown/\\_1c749.pdf](https://www.ipebj.com.br/docdown/_1c749.pdf). Acesso em: 26. Jun. 2020.

BRUICE, Paula Yurkanis *et al.* **Química Orgânica Essencial**. Upper Saddle River: Pearson Education, 2006.

CABRAL, Natanael Freitas. **Sequências Didáticas: estrutura e elaboração**. Belém: SBEM-PA, 2017.

CALIXTO, Carolina Maria Fioramonti; CAVALHEIRO, É. T. G. Penicilina: efeito do acaso e momento histórico no desenvolvimento científico. **Química Nova na escola**, v. 34, n. 3, p. 118-123, 2012.

CAÑAS, Gustavo José Sandoval, BRAIBANTE, Mara E. F. A Química dos Alimentos Funcionais. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 41, n. 3, p. 216-223, ago. 2019.

CANGEMI, José Marcelo; SANTOS, A. M.; CLARO NETO, S. A revolução verde da mamona. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 1, p. 3-8, 2010.

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

CARVALHO, Letícia Teles Carvalho, CISZEWSKI, Elisa de Silvério, CINTRA, Elaine Pavini. Reflexões baseadas no diálogo entre o exame nacional do Ensino Médio, currículo e prática docente no ensino de Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Vol. 12, n. 2 (2019)

CARVALHO, Christina Vargas Miranda *et al.* **Ludicidade como mediação pedagógica**: desenvolvimento de um projeto voltado ao ensino de Química. 2019.

CAVALCANTI, Jaciene Alves *et al.* Agrotóxicos: uma temática para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 1, p. 31-36, 2010.

CAVALHEIRO, P. S.; WANMACHER, C. M.; PINO, J. C. Oportunizando a pesquisa, a leitura e a escrita em atividades de monitoria no nível fundamental para o ensino de ciências. **Ciências & cognição**, v. 19, n. 2, p. 173-183, 2014.

CHACON, Eluzir Pedrazzi *et al.* A química na cozinha: possibilidades do tema na formação inicial e continuada de professores. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, 2015.

CHEMELLO, E. **Ciências Forenses**: Impressões digitais. Química virtual, dezembro, 2006.

COLEN, J. 17 anos de Química Nova na Escola: **Notas de Alguém que a Leu como Estudante no Ensino Médio e no Ensino Superior com Aspirações à Docência**. Revista Química Nova na Escola. Vol. 34, Nº 1, p. 16-20, Fev. 2012.

COSTA, M. L. A.; ALMEIDA, A. S.; SANTOS, A. F. A falta de interesse dos alunos pelo estudo da química. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 10., 2016, São Cristóvão Anais. UFSE, 2016. p. 1-7.

CRESTANI, Eva Rita Machado Ferreira; LOCATELLI, Aline; ROSA, Cleci Teresinha Werner da. Os três momentos pedagógicos e a interdisciplinaridade no Ensino de Ciências da Natureza: análise de um curso de formação continuada. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 3, n. 1, p. 188-213, 2020.

CRUZ, Antônio A. C. *et al.* A Ciência Forense no Ensino de Química por Meio da Experimentação Investigativa e Lúdica. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 38, n. 2, p. 167-172, 2016.

CUNHA, E. Devolvendo a identidade: a antropologia forense no Brasil. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 71, n. 2, p. 30-34, 2019.

DA SILVA, Janduir E. *et al.* Pistas Orgânicas: um jogo para o processo de ensino e aprendizagem da Química. 2018.

DA SILVA, Priscila Sabino; DA ROSA, Mauricio Ferreira. Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 3, 2014.

DA SILVA, Thiago Eliel Mendonça *et al.* Desenvolvimento e Aplicação de Webquest para Ensino de Química Orgânica: Controle Biorracional da Lagarta-do-Cartucho do Milho. **Química Nova na Escola**, v. 38, 2016.

DA SILVA, Maria Laura Maciel; PINHEIRO, Paulo César. A educação química e o problema da automedicação: relato de sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 92-99, 2013.

DAM, A. V.; VAN Weert, A.; FALKENA, K.; WEYMANS, C.; KLOOSTERMAN, A.; LAMBRECHTS, S. A. G.; VAN LEEUWEN, T. G.; AALDERS, M. C. G.; *Anal. Methods* 2018, 10, 1413.

DELAMUTA, Beatriz Haas; CAVALCANTE, Keoma Lima; DE SOUZA ASSAI, Natany Dayani. Uma proposta de sequência didática utilizando a abordagem dos três momentos pedagógicos para o ensino de cinética química. **Revista Diálogo e Interação**, v. 12, n. 1, p. 173-190, 2018.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J, A; PERNAMBUCO; M, M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**; colaboração Antônio Fernando Gouvêa da Silva. – 5. ed.—São Paulo: Cortez, 2018.

DELGADO, Vargas, F.; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDES-LÓPEZ.; *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* V. 40, n. 173, 2000.

DA SILVA, Priscila Sabino; DA ROSA, Mauricio Ferreira. Utilização da Ciência Forense do seriado CSI no ensino de Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 3, 2014.

DE ARAÚJO, Denise Lino. O que é (e como faz) sequência didática?. **Entrepalavras**, v. 3, n. 1, p. 322-334, 2013.

DIAS FILHO, Claudemir Rodrigues; ANTEDOMENICO, Edilson. A perícia criminal e a interdisciplinaridade no ensino de ciências naturais. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 67-72, 2010.

DINIZ JÚNIOR, Antônio Inácio; SILVA, João Roberto Ratis Tenório da. Funções orgânicas e radicais livres: análise da aprendizagem de alunos do ensino médio segundo a abordagem CTS. 2016.

DOLINSKY, Luciana Cresta; PEREIRA, L. M. C. V. DNA forense. **Saúde e Ambiente em Revista**, v. 2, n. 2, p. 11-22, 2007.

DOS SANTOS, Paloma Nascimento; DA SILVA AQUINO, Kátia Aparecida. Utilização do cinema na sala de aula: aplicação da Química dos perfumes no ensino de funções orgânicas oxigenadas e bioquímica. 2011.

DOLZ, Joaquim; SCHNEUWLY, Bernard. Gêneros e progressão em expressão oral e escrita – elementos para reflexões sobre uma experiência suíça (francófona). In: SCHNEUWLY, Bernard.; DOLZ, Joaquim. e colaboradores. **Gêneros orais e escritos na escola**. [Tradução e organização: Roxane Rojo e Glaís Sales Cordeiro]. Campinas-SP: Mercado de Letras, 2004.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. **Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento**. In: SCHNEUWLY, B.; DOLZ, J. (Orgs.). Gêneros orais e escritos na escola. Campinas: Mercado das Letras, 2004.

DULTRA, Marco Aurélio Luz. **Manual de Necropapiloscopia**. Diretoria do Interior DPT. Salvador, 2009.

ELLIOTT, J. **La investigación-acción en educación**. 3. ed. Madrid: Morata, 1997.

ESTEBAN, Maria Paz Sandín. **Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições**. Porto Alegre: AMGH, 2010.

FARIAS, Fellipe Freire Santos de. Análise da avaliação da aprendizagem na disciplina de Química em duas escolas da Paraíba. 2017.

FELIPE, Lorena O.; BICAS, Juliano L. Terpenos, Aromas e a Química dos Compostos Naturais. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 39, n. 2, p. 120-130, maio 2017.

FELTRE, R. **Química: Química Geral**. v 1. 6.ed. São Paulo: Moderna, 2004, 384p.

FERREIRA, M; DEL PINO, J. C. Estratégias para o Ensino de Química Orgânica no Nível Médio: uma proposta curricular. **Acta Scientiae**, v. 11, n. 1, p. 101-118, 2009.

FERREIRA, Wendel Menezes; NASCIMENTO, SP de F. Utilização do jogo de tabuleiro-ludo-no processo de avaliação da aprendizagem de alunos surdos. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 1, p. 28-36, 2014.

FERREIRA, Wendel Menezes; NASCIMENTO, SP de F. Utilização do jogo de tabuleiro lludo no processo de avaliação da aprendizagem de alunos surdos. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 1, p. 28-36, 2014.

FERREIRA, Wendel M.; SILVA, Adjane da Costa Tourinho. As fotonovelas no ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 1, p. 25-31, 2011.

FIGINI, A. R. da L., *et al.*; **Identificação Humana. Tratado de Perícias criminalísticas**. 2 ed., São Paulo: Millennium, 2003.

FONSECA, Martha Reis Marques. Química. 1.ed. – São Paulo: Ática, 2013.

FRANCO, Luiz Gustavo, MUNFORD, Danusa. **Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: Um olhar da área de Ciências da Natureza**. Horizontes, v. 36, n. 1, p. 158-170, jan./abr. 2018.

FREITAS FILHO, João R. *et al.* Brincoquímica: uma ferramenta lúdico-pedagógica para o ensino de Química Orgânica. **XVI ENEQ/X EDUQUI-ISSN: 2179-5355**, 2012.

FREITAS FILHO, João R. *de et al.* Brincoquímica: Uma Ferramenta Lúdico Pedagógica para o Ensino de Química Orgânica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 36-55, 2015.

FREITAS FILHO, João Rufino de. Utilização de diferentes Estratégias de Ensino a partir de Situação de Estudo. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, [S.l.], v. 3, n. 2, p. 66-75, jan. 2010.

FREITAS, Juliano Carlo Rufino; FREITAS, Jucleiton José R de; SILVA, Ladjane Pereira da; FREITAS FILHO, João R de. Extração e Separação Cromatográfica De Pigmentos de Pimentão Vermelho: Experimento Didático com Utilização de Materiais Alternativos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 71-80, 2012.

FREITAS-REIS, Ivone; FARIA, Fernanda Luiza de. Abordando o tema alimentos embutidos por meio de uma estratégia de ensino baseada na resolução de casos: os aditivos alimentares em foco. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 1, p. 63-70, 2015.

FREIRE, Melquesedeque da Silva; SILVA, Márcia Gorette Lima da; SILVA JÚNIOR, Carlos Neco da. Análise de instrumentos de avaliação como recurso formativo. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 1, p. 33-39, 2016.

GAMBOA, Sílvio Sanchez. Quantidade-qualidade: para além de um dualismo técnico e de uma dicotomia epistemológica. In: SANTOS FILHO, José Camilo; GAMBOA, Sílvio Sanchez (Org.). *Pesquisa educacional: quantidade-qualidade*. São Paulo: Cortez, 1995.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa em educação: métodos e epistemologias**. Chapecó: Argós, 2007.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GUERREIRO, Inaiá Lopes; DE GOES SAMPAIO, Caroline. Papiloscopia forense e revelação de impressões digitais na cena de um crime: uma ferramenta para o ensino de Química com enfoque CTS. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 9, p. 01-16, 2019.

HEIDELMANN, Stephany Petronilho; DA SILVA, Joaquim Fernando Mendes. Lei federal 10.639/03 e o ensino de Química: um levantamento sobre a sua efetividade

nas salas de aula do estado do Rio de Janeiro. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 8, n. 3, 2018.

HAZARIKA, P.; RUSSELI, D. A.; ANGEW. Chem., Int. Ed. 2012, 51, 3524.

IIDF/DPF. INSTITUTO DE IDENTIFICAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL. **Manual De Identificação Papiloscópica**, Brasília: DPF, 2005.

IZQUIERDO AYMERICH, Mercè *et al.* Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de Ciencias Experimentales. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, 1999.

JUSTI, R. da S.; RUAS, R. M. (1997). Aprendizagem de Química: reprodução de pedaços isolados de conhecimento?”. **Química Nova na Escola**, n. 5, maio de 1997, p. 24-27.

KAPELINSKI, Tatiana Maria. Contextualização no ensino de Química: estudando a tabela periódica e os elementos metálicos através de uma sequência didática com a temática alimentação. 2020.

KEHDY, Carlos. **Elementos de dactiloscopia**. Rio de Janeiro: Editora Científica, 1957.

KOBASHIGAWA, A.H.; ATHAYDE, B.A.C.; MATOS, K.F. de OLIVEIRA; CAMELO, M.H.; FALCONI, S. Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental. In: IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica. São Paulo, 2008. p. 212- 217. Disponível em:<[http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/smm/\\_estacaocienciaformacaodeeducadoresparaoseninodocienciasnasseriesiniciaisdoensinofundamental.trabalho.pdf](http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/smm/_estacaocienciaformacaodeeducadoresparaoseninodocienciasnasseriesiniciaisdoensinofundamental.trabalho.pdf)>. Acesso em: 08 de nov. de 2021.

KOKETSU, M., GONÇALVES, S.L.; GODOY, R.L.O. **The bark and leaf essential oils of cinnamom (Cinnamomum verum Presl) grown at Paraná, Brazil**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 17(3): 281-285, 1997.

KOTZ, John; TREICHEL, Paul. **Química Geral e Reações Químicas**. 6ª Edição. Cengage Learning, 2009.

LAUTHARTTE, Leidiane Caroline; JUNIOR, Wilmo Ernesto Francisco. Bulas de medicamentos, vídeo educativo e biopirataria: uma experiência didática em uma escola pública de Porto Velho—RO. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 3, p. 178-184, 2011.

LEITE, Luciana Rodrigues *et al.* O uso de sequências didáticas no ensino de Química: proposta para o estudo de modelos atômicos. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 11, n. 2, p. 177-188, 2020.

LIMA, M.P.; ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; SILVA, T.M.D.; FERNANDES, C.S. **Constituintes voláteis das folhas e dos galhos de Cinnamomum zeylanicum Blume (Lauraceae)**. Acta Amaz., Manaus, 35(3): 363-366, 2005.

LOYOLA, Cristiana Oliveira de Barbosa; SILVA, Fernando César. Plantas Mediciniais: uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 1, p. 59-67, 2017.

LUIZ, Verônica Barros, 2019. **A (ir)refutabilidade da prova pericial datiloscópica no processo penal**. Disponível em file:///C:/Users/User/Desktop/papilosopia/TG-Veronica\_Luiz.pdf . Acessado em 25 de Junho de 2020.

MAIA, Heber (org). **Neurociências e Desenvolvimento Cognitivo**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2011.

MACHADO, Adriano Silveira. Uso de softwares educacionais, objetos de aprendizagem e simulações no ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**, v. 38, n. 2, p. 104-111, 2016.

MALDANER, O.; ZANON, L. B. Situação de Estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em Ciências. In: **Espaços da Escola**, Ijuí, n. 41, p. 45-60, jul./set. 2001.

MÁRCICO, José Eduardo 2002. **Papilosopia**. Disponível em: <http://www.papilosopia.com.br/monografia.html> . Acesso em 15 de julho de 2020.

MARCONDES, Maria Eunice Riberio. Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Revista em extensão**, v. 7, n. 1, 2008.

MAROJA, C. **O Currículo de Química nas Escolas Públicas de Ensino Médio da Cidade de São Paulo**. 219 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2007.

MARTINS, Jéssica Guerreiro; MACHADO, Bruno Rafael; BARON, Alessandra Machado; TONIN, Lilian Tatiani Dusman. Vitamina C: uma proposta para abordagem de funções orgânicas no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [S.l.], v. 8, p. 208-218, 2015.

MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel. São Paulo: Centauro Editora. 2ª edição, 2006.

MASSI, Luciana *et al.* Propostas de Ensino de Química focadas nas Questões Étnico-Raciais: uma experiência na licenciatura e seus desdobramentos para o nível médio.

MELLO, Lucilene Dornelles; COSTALLAT, Gládis. Práticas de processamento de alimentos: alternativas para o ensino de Química em escola do campo. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 4, p. 223-229, 2011.

MENEZES, Ebenezer Takuno de. Verbete contextualização. **Dicionário Interativo da Educação Brasileira - EducaBrasil**. São Paulo: Midiamix Editora, 2001. Disponível em <<http://www.educabrasil.com.br/contextualizacao/>>. Acesso em 20 nov 2021.

MERÇON, Fábio. O que é uma gordura trans. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, 2010.

MIRANDA, Ana Carolina Gomes; BRAIBANTE, Mara ELisa Fortes; PAZINATO, Maurícius Selvero. Tendências do ensino e aprendizagem de forças intermoleculares a partir da análise de publicações em periódicos nacionais e internacionais. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Espanha. Vol. 17, n. 2 (2018), p. 394-419**, 2018.

MOL, G. S.; SILVA, R. R. A experimentação no ensino de química como estratégia para a formação de conceito. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 8., 1996, Campo Grande. Anais... Campo Grande: UFMS, 1996.

MONTERO, I.; TAPIA, J. A. Orientação Motivacional e Estratégias Motivadoras na Aprendizagem Escolar. In: COLL, César (org). **Desenvolvimento Psicológico e Educação**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

MORÁN, J. M. O vídeo na sala de aula. *Comunicação & Educação, [S. l.]*, n. 2, p. 27-35, 1995. DOI: 10.11606/issn.2316-9125.v0i2p27-35. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/36131>. Acesso em: 22 nov. 2021.

MOREAU, Regina Lúcia de Moraes; SIQUEIRA, Maria Elisa Pereira Bastos de. **Toxicologia Analítica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Revista cultural La Laguna - Espanha, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 29. Out. 2021.

MÜNCHEN, Sinara; SOARES, Aline Bairros; ADAIME, Martha Bohrer. Uma abordagem CTS no ensino médio a partir do tema jeans. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 1, pág. 462-474, 2016.

NEVES, Miranilde Oliveira. A importância da investigação qualitativa no processo de formação continuada de professores: subsídios ao exercício da docência. **Revista Fundamentos**, v. 2, n. 1, 2015.

NICOLODI, Caroline *et al.* Aplicação De Condimentos Na Revelação De Impressões Digitais Latentes: Um Experimento No Ensino De Química. **Química Nova**, v. 42, p. 962-970, 2019.

NOGUEIRA, Sonia Regina Alves *et al.* Reflexões Sobre Aprender/Ensinar Química: interdisciplinaridade, biotecnologia, audiovisual, cidadania e direitos humanos em sala de aula. **REnCiMa**, [S.l.], v. 8, n. 3, p. 88-109, 2018.

OLIVEIRA, G. F. de. Uso da balística forense na elucidação de crimes. **Acta de Ciências e Saúde**, v. 2, n. 1, p. 1-17, 2017.

PACHECO, Sabrina Moro Villela Pacheco, DAMASIO, Felipe. Vanilina: Origem, Propriedades e Produção. **Química Nova na Escola**. Vol. 32, Nº nov. 2010.

PAIXÃO, Guilherme Augusto *et al.* **Reflexões sobre o ensino de Química orgânica na educação básica-análise das compreensões de (futuros) professores.** Monografia de conclusão de curso de licenciatura em Química, UFU: Uberlândia, 2019.

PANIZZA, S. **Plantas que curam.** São Paulo, SP: IBRASA, 28 ed., 1997, 279 p:il.

PAZINATO, Maurícius S. *et al.* Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, p. 21-25, 2012.

PAZINATO, Maurícius Selvero; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes. Oficina temática composição química dos alimentos: uma possibilidade para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 4, p. 289-296, 2014.

PEREIRA, Lidiane de Lemos Soares; BENITE, Claudio Roberto Machado; BENITE, Anna Maria Canavarro. Aula de Química e surdez: sobre interações pedagógicas mediadas pela visão. 2011.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. do. **Química na abordagem do cotidiano.** 2ª edição; SP: Moderna, 2002.

PESSOA, W. R.; ALVES, J. M. **Motivação para estudar Química: configurações subjetivas de uma estudante do segundo ano do Ensino Médio.** In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8. Anais. Campinas, 2011. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiiienpec/resumos/R0164-1.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.

POLETTI, Taís. **Avaliação Química e aplicação de curcuminas derivadas de Cinamaldeído como potenciais reveladores de impressões digitais.** 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.

POLIT, D. F.; BECK, C. T.; HUNGLER, B. P. Fundamentos de pesquisa em enfermagem : métodos, avaliação e utilização. Trad. Ana Thorell. 5 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2004.

Projeto político-pedagógico Escola Estadual de Educação Básica Sylvio Dal Moro. Cacique Doble, 2017.

PUJOL-LUZ, JR.; ARANTES, L.C.; CONSTANTINO, R. Cem anos da Entomologia Forense no Brasil (1908-2008). **Revista Brasileira de Entomologia** 52(4): 485-492, 2008a.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. Dificuldades de aprendizagem no ensino de Química: algumas reflexões. **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química**, v. 18, 2016.

ROCKENBACH, Lara Colvero. Plantas Medicinais e estereoisomeria no Ensino Médio: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa. 2020.

RODRIGUES, Jéssyca B. S. *et al.* O milho das comidas típicas juninas: uma sequência didática para a contextualização sociocultural no ensino de Química. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 39, n. 2, p. 179-185, maio 2017.

RODRIGUES, Julyana Cosme *et al.* Elaboração e aplicação de uma Sequência Didática sobre A Química dos Cosméticos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 211-224, 2018.

ROS, Aureli Caamaño. La enseñanza y el aprendizaje de la Química. In: **Enseñar ciencias**. Graó, 2003. p. 203-228.

ROSA, Elisa A. da; SCHELEDER, Michelle Z.; BRAIBANTE, Hugo T. S.. Pinhão, Quirera e Tapioca: das prateleiras para as bancadas dos laboratórios de Química. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 38, n. 4, p. 383-386, nov. 2016.

ROSA, Natasha Aguiar; AFONSO, Júlio Carlos. A química da cerveja. **Revista Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 37, p. 98-105, 2015.

ROSA, Mauricio Ferreira da; SILVA, Priscila Sabino da; GALVAN, Francielli de Bona. Ciência Forense no Ensino de Química por meio da Experimentação. **Química Nova na Escola**, vol. 00, n. 0, 2014.

SALES, Elen Neves de, 2019. **Análise das ferramentas utilizadas para identificação necropapiloscópica nos institutos legais do Brasil**. Disponível em [http://nippromove.hospedagemdesites.ws/anais\\_simposio/arquivos\\_up/documentos/artigos/0c1616630ffb07b9a3b696bc929970c7.pdf](http://nippromove.hospedagemdesites.ws/anais_simposio/arquivos_up/documentos/artigos/0c1616630ffb07b9a3b696bc929970c7.pdf). Acessado em 26 de Junho de 2020.

SAMPAIO RF, MANCINI MC. **Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica**. Rev. Bras. Fisioter. São Carlos, v.11 n1,p-83-89,jan/fev.2007.

SANTOS FILHO, José C. **Pesquisa quantitativa versus pesquisa qualitativa: o desafio paradigmático**. In: SANTOS FILHO, José Camilo; GAMBOA, Sílvio Sanchez (Org.). Pesquisa educacional: quantidade-qualidade. São Paulo: Cortez, 1995

SANTOS FILHO, E. **Prosoporrecongnografia do reconhecimento e identificação da face humana: uma aproximação para o envelhecimento crânio facial**. Tese de Doutorado – Universidade Federal da Bahia. DMMDC – Doutorado Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento, 2014.

SANTOS DOS, Paula ML *et al.* Análise de alimentos: contextualização e interdisciplinaridade em cursos de formação continuada. 2016.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza (coords.). Química cidadã. 2. ed. São Paulo: AJS, 2013. v. 3. Ensino Médio.

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

SEBASTIANY, Ana Paula *et al.* A utilização da Ciência Forense e da Investigação Criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. **Educ. quím**, México, v. 24, n. 1, p. 49-56, 2013.

SEBASTIANY, Ana Paula; PIZZATO, Michelle Camara; SALGADO, Tania Denise Miskinis. Aprendendo a investigar através de uma atividade investigativa sobre Ciência Forense e Investigação Criminal. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [S.l.], v. 8, n. 4, p. 252-287, 2015.

SILVA, A. M. Proposta para tornar o Ensino de Química mais atraente. **Revista de Química Industrial**, Rio de Janeiro, ano 79, n. 731, p. 7-12, 2011.

SILVA, Camila Silveira da *et al.* Questões de Química no concurso vestibular da Unesp: desempenho dos estudantes e conceitos exigidos nas provas. **Química Nova na Escola**, p. 14-21, 2010.

SILVA, E. P.; BERNARDES, C. *et al.* O currículo de Química e a BNCC: um espaço de conflitos e contradições. **Revista Panorâmica online**, v. 1, 2019.

SILVA, Erasmo M. S.; FRANCISCO JUNIOR, Wilmo E. Arte na Educação Para as Relações Étnico-raciais: Um Diálogo com o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 40, n. 2, p. 79-88, maio 2018.

SILVA, Francisco Erivaldo F. da *et al.* Temática Chás: Uma Contribuição para o Ensino de Nomenclatura dos Compostos Orgânicos. **Química Nova na Escola**. São Paulo v. 39, n. 4, p. 329-338, nov. 2017.

SILVA, Janduir E. da *et al.* Pistas Orgânicas: um jogo para o processo de ensino e aprendizagem da Química. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 40, n. 1, p. 25-32, fev. 2018.

SILVA, Josoe Borba da. Repolhómetro e fotorrepolhómetro: phmetros de baixo custo para uso no Ensino Médio. 2020.

SILVA, Laura Edvânia Ferreira da. Estudo de funções orgânicas: contextualização através de plantas medicinais. 2019.

SILVA, Priscila Sabino da; ROSA, Mauricio Ferreira da. Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [S.l.], v. 6, n. 3, p. 148-160, 2013.

SILVA, Vitor de Almeida; BENITE, Anna Maria Canavarro; SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa. Algo aqui não cheira bem... a Química do mau cheiro. 2011.

SILVA, Welisson de Pontes. Utilização de Histórias em Quadrinhos no ensino de reações orgânicas para Ensino Médio. 2016.

SOLOMONS, TW Graham; FRYHLE, Craig B. **Química Orgânica**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

SONY, D.; LATHEEF, L.; KAMATH, K.; KHALED, M.; WILKINS, J.; KOCHIKUZHYIL, B. M.; BALIGA, M. S.; **Polyphenols in Human Health and Disease**, vol. 1, Academic Press: Waltham, 2014, p. 785; Dhanalakshmi, K.; Bhattacharya, S.; J. Food Eng. 2014, 120, 124.

STORGATTO, Greyce A.; BRAIBANTE, Mara E. F.; BRAIBANTE, Hugo T. S. A Química na Odontologia. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 39, n. 1, p. 4-11, fev. 2017.

SOUSA, R. S. de; ROCHA, Paula Del Ponte; GARCIA, Irene Teresinha Santos. Estudo de caso em aulas de Química: percepção dos estudantes de nível médio sobre o desenvolvimento de suas habilidades. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 4, p. 220-228, 2012.

SOUZA, N. E. R. I. Perguntas na aprendizagem de Química no Ensino Superior. **Aveiro: Universidade de Aveiro, UA, Portugal**, 2006.

SUETH-SANTIAGO V; MENDES-SILVA, P G; FREIRE DE LIMA E M; DECOTÉ-RICARDO B, D. **Curcumina, o pó dourado do açafreão-da-terra: Introspecções sobre química e atividades biológicas**. Química Nova, vol.38 n.º.4 São Paulo, maio 2015.

TAVARES, R. **Aprendizagem Significativa**. Revista Conceitos, 55, 10, 2004.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1988.

VELHO, J. A.; GEISER, G. C.; ESPINDULA, A. Em Ciências Forenses: Uma introdução às principais áreas da criminalística moderna; Figini, A. R. L., ed.; Millenium: São Paulo, 2017, cap. 8.

VOLLHARDT, Peter; SCHORE, Neil E. **Química Orgânica-: Estrutura e Função**. Bookman Editora, 2013.

XIII EDUQUI - ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA. **Documento aprovado na plenária final do XIII Encontro de Educação Química da Bahia – XIII EDUQUI**. Catu: Bahia, 2019.

ZABALA, A. **A Prática Educativa. Como ensinar**. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

\_\_\_\_\_. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

YAMASHITA, B. *et al.* Latent print development. In: Latent Fingerprint Examination: Elements, Human Factors and Recommendations. [s.l: s.n.]. p. 225–320.

WARTHA, EJ e FALJONI-ALÁRIO, A. A contextualização no ensino de química através do livro didático. **Química Nova na Escola**, n. 22, p. 42-47, 2005.

WARTHA, Edson José; SILVA, EL da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

**APÊNDICE A - ROTEIRO DE ANÁLISE DOS ARTIGOS**

Artigo:

**Critério: Caracterização**

Revista:

Título do Artigo:

Número:

Volume:

Ano:

Instituição:

País: Brasil

**Critério: Aspectos metodológicos**

Natureza da pesquisa: ( ) teórica ( ) empírica

Abordagem da pesquisa: ( ) qualitativa ( ) quantitativa ( ) mista

Nível de ensino:

( ) Ensino Fundamental – séries finais (6º ao 9º ano)

( ) Ensino Médio (1ª a 3ª série)

( ) EJA

( ) Educação Superior.

**Critério: Metodologia de ensino ou Estratégia de Ensino**

( ) Sequência didática

( ) Experimentação

( ) Estudo de caso

( ) Jogos e *Webquest*

( ) Software

( ) Tema contextualizador

( ) Questões de vestibular

( ) Oficina Temática

**Critério: Resultados (Principais resultados)**

## APÊNDICE B - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Porto Alegre – RS, dezembro de 2019.

Prezado(a) Aluno(a) e Responsável,

Você está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa de mestrado Introdução às Ciências Forenses na Escola: Motivação para as Aulas de Química Orgânica, que é coordenado pela professora Dr.<sup>a</sup> Emilene Mendes Becker e será aplicado pela aluna Maikeli Carniel do Programa de Mestrado Profissional em Química em Nível Nacional – Profqui, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Com esta pesquisa, queremos tornar o ensino de Química Orgânica mais interessante e estimulante para estudantes finalistas do Ensino Médio uma vez que relacionará os conceitos de funções químicas com os componentes das impressões digitais e dos corantes investigados para as revelações das mesmas. Acreditamos na importância de relacionar os conteúdos trabalhados em sala de aula com diferentes temas que ocorrem no cotidiano dos alunos e da sociedade.

Você só precisa participar da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. As pessoas que irão participar desta pesquisa têm de 16 a 20 anos de idade. É importante salientar, contudo, que as respostas dos questionários são muito importantes na fase exploratória do projeto, pois os dados coletados nessa pesquisa irão ser transformadas em questões norteadoras no desenvolvimento dos materiais de apoio citados anteriormente.

A pesquisa será feita na Escola Estadual de Educação Básica Sylvio Dal Moro, e para isso, será usado uma Sequência Didática, que é considerada segura. Dentro desta Sequência Didática serão feitos, questionários, apresentação de vídeos sobre as Ciências Forenses e aulas práticas relacionando a Química com a revelação de impressões digitais.

É importante lembrar ainda que a declaração de cada participante será tratada de forma confidencial, ou seja, ninguém ficará sabendo da sua participação. A apresentação dos resultados será feita de maneira a não permitir a identificação das

pessoas envolvidas. Caso você concorde com a participação do seu filho (a) nessa pesquisa, por favor, assine este documento. À você, responsável, agradeço pela confiança e à você aluno, conto com a tua colaboração.

Se você ou os responsáveis por você tiver(em) dúvidas com relação ao estudo, direitos do participante, ou riscos relacionados ao estudo, você deve contatar a responsável por esta pesquisa, Professora Dr<sup>a</sup>. Emilene Mendes Becker, do Departamento de Química Inorgânica do Instituto de Química da UFRGS, telefone: (51) 3308 6305.

Desde já, agradeço a sua atenção e contribuição valiosa.

Atenciosamente,

Maikeli Carniel  
(Orientadora) Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Emilene Mendes Becker

---

Assinatura do(a) Responsável do(a) aluno(a)

## APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

---

### QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Este questionário é parte da pesquisa que tem como tema: *Introdução às Ciências Forenses na Escola: Motivação para as aulas de Química Orgânica*, sob responsabilidade da mestrandia Maikeli Carniel e orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Emilene Becker Mendes, vinculada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Solicito que você responda a estas questões como participante e sujeito desta pesquisa. Obrigada.

---

#### DADOS PESSOAIS

Ano/série:

Idade:

Sexo:

---

#### SOBRE A DISCIPLINA DE QUÍMICA

1) O que é Química?

2) Consegue relacionar a disciplina de Química com o seu cotidiano? No caso de resposta afirmativa, onde?

3) Sente dificuldade em aprender Química?

a) Sim, sempre.

b) Sim, em quase todos os conteúdos.

c) Sim, em poucos conteúdos.

d) Não, nunca.

4) Gosta das aulas de Química?

- a) Gosto das aulas, pois são muito interessantes.
- b) São importantes, mas não gosto.
- c) Assisto por obrigação.
- d) Não consigo compreender a disciplina.

5) Consegue compreender as explicações do(a) professor(a) de Química?

- a) Sim, sempre.
- b) Sim, às vezes.
- c) Somente quando peço para repetir a explicação.
- d) Não, nunca.

6) Referente às aulas de Química no laboratório:

- a) Interesse-me, sempre participo.
- b) Gosto, mas fico só observando.
- c) Não gosto/não tenho interesse.
- d) Nunca tive aulas no laboratório.

7) (Resposta múltipla) Qual a maneira que compreende melhor o conteúdo de Química?

- Aulas teóricas
- Aulas práticas (laboratório)
- Exercícios
- Livro didático
- Por meio de recursos audiovisuais (ex. multimídia, filmes, músicas)

8) (Resposta múltipla) Quais os meios de informação que você utiliza para aprender Química?

- Assisto a alguns programas de televisão.
- Estudo Química somente no livro didático.
- Utilizo vídeos disponíveis na internet.
- Visito sites que tratam do conteúdo.
- Vou a museus e/ou feiras de ciências.

( ) Leio revistas de divulgação científica (Galileu, Ciência Hoje, Super Interessante etc.).

9) Sendo aluno(a) finalista do Ensino Médio, sente-se preparado(a) para enfrentar Provas de Vestibulares e ENEM na Área de Ciências da Natureza (qual integra as disciplinas de Química, Biologia e Física)? Justifique.

10) Qual a sua opinião sobre o Ensino Médio atual e como você gostaria que as aulas de Química fossem abordadas.

### **SOBRE AS CIÊNCIAS FORENSES**

11) Descreva sucintamente o que são as Ciências Forenses.

12) Pode citar alguma situação em que as Ciência Forense pode ser aplicada? Em caso de resposta afirmativa, qual?

13) Se interessa por investigações criminais?

- a ) Sim, muito.
- b ) Sim, um pouco.
- c ) Não.
- d ) Não sei/não tenho opinião.

14) (Resposta múltipla) Das técnicas utilizadas em laboratórios de Química Forense, assinale as que já ouviu falar:

- ( ) Cromatografia
- ( ) Teste de DNA
- ( ) Revelação de impressão digital
- ( ) Identificação de sangue (serologia)
- ( ) Espectroscopia
- ( ) Balística

15) Em uma cena de crime, o perito criminal deve:

- a) Apenas fotografar o local.
- b) Estar sozinho.

- c) Recolher apenas cabelos e impressões digitais.
- d) Ser cuidadoso com os vestígios para não modificar as provas do crime.

16) Qual o seu interesse em conhecer mais a área de Ciências Forenses na disciplina de Química?

- a) Concordo totalmente
- b) Concordo parcialmente
- d) Não vejo relação com a Disciplina
- e) Discordo totalmente.

GABARITO QUESTIONÁRIO INICIAL

1. Resposta pessoal
2. Resposta pessoal
3. Resposta pessoal
4. Resposta pessoal
5. Resposta pessoal
6. Resposta pessoal
7. Múltipla escolha
8. Múltipla escolha
9. Resposta pessoal
10. Resposta pessoal
11. Resposta pessoal
12. Resposta pessoal
13. Resposta pessoal
14. Múltipla escolha
15. D
16. Resposta pessoal

Fonte: Autora (2021).

## APÊNDICE D – APRESENTAÇÃO MULTIMÍDIA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE QUÍMICA



PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

### INTRODUÇÃO ÀS CIÊNCIAS FORENSES NA ESCOLA: MOTIVAÇÃO PARA AS AULAS DE QUÍMICA ORGÂNICA

Maikeli Carniel

Orientadora: Professora Dr<sup>a</sup> Emilene Becker Mendes

Porto Alegre – RS, Dezembro de 2019



INTRODUÇÃO

IMPRESSÕES DIGITAIS

---

TERMOS DE ASSENTIMENTO

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

---



## INTRODUÇÃO

### O QUE É QUÍMICA?

A Química é um ramo das Ciências da Natureza que estuda a matéria, suas propriedades, constituição, transformações e a energia envolvida nesses processos.

**química é vida**





## INTRODUÇÃO

## CIÊNCIA FORENSE

A Ciência Forense é compreendida como o conjunto de todos os conhecimentos científicos e técnicas que são utilizados para desvendar não só crimes, como também variados assuntos legais (cíveis, penais ou administrativos).





A Entomologia Forense é a ciência que dedica ao estudo dos insetos como ferramenta auxiliar da investigação criminal. Os insetos podem auxiliar na investigação de um crime proporcionando a estimativa do tempo decorrido após a morte, também conhecido como intervalo postmortem (IPM), apoiando-se no tempo em que o inseto leva para se desenvolver de ovo ou larva até ao estágio no qual ele foi encontrado no cadáver.

**Esta ciência forense pode ser desagregada em três grandes áreas: a urbana, a referente a produtos alimentares e a médico-legal,** sendo esta última área, a que se revela extraordinariamente importante na investigação criminal, podendo-se assim, apurar onde o crime ocorreu, através da informação da fauna na região encontrada; o autor do crime, comparando insetos ou fragmentos descobertos no suspeito e vítima ou no suspeito e local do crime.



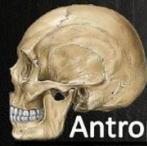
# Entomología médico-legal

**Los más buscados**  
 Unos llegan para alimentarse del cadáver, otros para cazar y algunos, por accidente. Lo cierto es que dependiendo de los bichos que encuentren en la escena del crimen, los forenses determinan el tiempo de muerte de la víctima. Estos insectos tienen las claves de la muerte en Bogotá.

FRESCO (0-2 días)	HINCHADO (3-10 días)	DESC. ACTIVA (11-20 días)	DESC. PASIVA (21-60 días)	RESTOS (60-184 días en adelante)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Calliphoridae</i> (Mosca)</li> <li>• <i>Calliphora vicina</i> (Mosca)</li> <li>• <i>Lucilia sericata</i> (Mosca)</li> </ul> <p>Los tentáculos de los ojos se adhieren a los huesos húmedos.</p> <p>La primera mosca que llega a los cuerpos en Bogotá.</p> <p>Llega a los pocos minutos de la muerte en ciudades como Medellín.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Carcinophaga</i> (Mosca)</li> <li>• <i>Muscidae</i> (Mosca)</li> </ul> <p>Luego de las moscas, llegan otros insectos que se alimentan de los tejidos que ya han iniciado la fase de putrefacción.</p> <p>Ayudan en la degradación del tejido de la muerte, ya que algunos se asocian a viviendas, basureros o establos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Staphylinidae</i> (Escarabajo)</li> <li>• <i>Staphylinus</i> (Escarabajo)</li> <li>• <i>Mezaspilidae</i> (Araña)</li> <li>• <i>Formicidae</i> (Formiga)</li> <li>• <i>Syrphidae</i> (Mosca)</li> </ul> <p>Entienden la traza de los bichos que se adhieren al cadáver y otros que depositan sus huevos.</p> <p>Se genera la putrefacción en los cadáveres.</p> <p>Se genera el caso donde se sospecha el traslado del cuerpo.</p> <p>Aumentan la temperatura corporal y aceleran la descomposición.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Calliphoridae</i> (Mosca)</li> <li>• <i>Dermestidae</i> (Escarabajo)</li> <li>• <i>Blattellidae</i> (Cucaracha)</li> <li>• <i>Mezaspilidae</i> (Araña)</li> <li>• <i>Formicidae</i> (Formiga)</li> <li>• <i>Syrphidae</i> (Mosca)</li> </ul> <p>Se alimentan de tejido seco adherido a los huesos.</p> <p>Son característicos de cuerpos en fase de esqueletización.</p> <p>Se encuentran entre las articulaciones y los huesos.</p>	

## CORPOS INCORRUPTOS

<https://www.megacurioso.com.br/religiao/71844-santos-incorruptos-conheca-a-historia-de-10-corpos-que-desafiam-a-natureza.htm>



## Antropología Forense

Antropologia Forense ocupa-se de vários aspetos da investigação médico-legal relacionada com a morte, nomeadamente quando o cadáver do indivíduo se encontra em avançado estado de decomposição ou esqueletizados.

Consiste na aplicação dos conhecimentos da antropologia física numa investigação de carácter forense, ou seja, numa investigação legal, tentando estabelecer um perfil biológico, auxiliar na determinação da causa de morte e estimativa do intervalo post mortem.

## Investigação criminal

Como funciona o trabalho do IML





A toxicologia forense é uma ciência multidisciplinar que busca mostrar a verdade de um fato perante a lei, mas também identificar e quantificar os efeitos prejudiciais associados a produtos tóxicos, ou seja, qualquer substância que pode provocar danos ou produzir alterações no organismo, no seguimento de solicitações processuais de investigação criminal, sendo apoiada fundamentalmente na toxicologia analítica.

## Psicologia Forense e Psiquiatria Forense



**Psicologia forense** é um assunto que lida principalmente com o comportamento humano no que diz respeito às questões jurídicas. Por outro lado, a **psiquiatria forense** é o assunto que lida com o diagnóstico, investigação e gestão de doenças mentais em questões pertinentes à lei.

**Psiquiatria forense** é o assunto que lida com o diagnóstico, investigação e gestão de doenças mentais. Além disso, psiquiatras são os profissionais que são extensivamente treinados nesses aspectos. Eles podem solicitar investigações durante o processo de diagnóstico e ter a autoridade para prescrever medicamentos.

Avaliam:

**Responsabilidade criminal:**

Isso é para avaliar se o acusado tem capacidade mental para formar a intenção criminosa e realizar o ato criminoso.

**Responsabilidade diminuída:**

Isso indica que quando uma pessoa mata ou é parte em um assassinato de outra pessoa, ela não será condenada por homicídio se estiver sofrendo de uma anormalidade mental que prejudique substancialmente sua responsabilidade mental por seus atos e omissões em relação ao assassinato.



A Genética Forense é muito utilizada na criminalística para o confronto de vestígios biológicos de indivíduos envolvidos em um crime. Quando trabalhamos com amostras encontradas em locais de crime, você tenta encontrar vestígios biológicos que possibilitam identificar o autor do crime. **Em um crime sexual, por exemplo, os peritos devem encontrar no corpo da vítima o DNA do agressor para provar quem foi o responsável por aquele crime.**

A Genética Forense é a grande aliada da justiça para esclarecer a verdade, seja para identificar um indivíduo ou provar culpa e a inocência e precisa ser realizada de acordo com métodos científicos de forma padronizada e universal.

# DNA

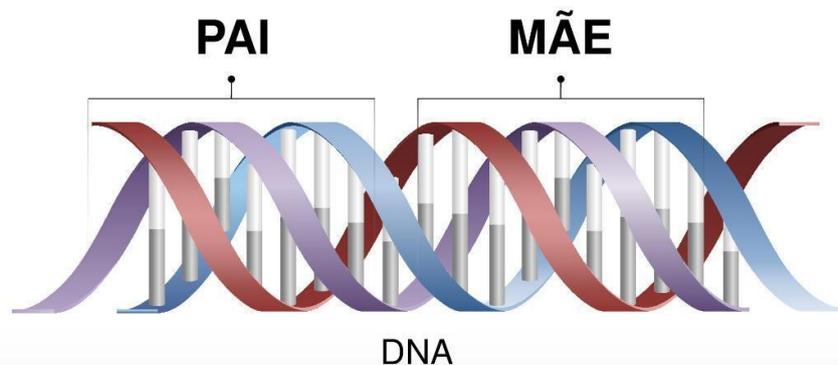


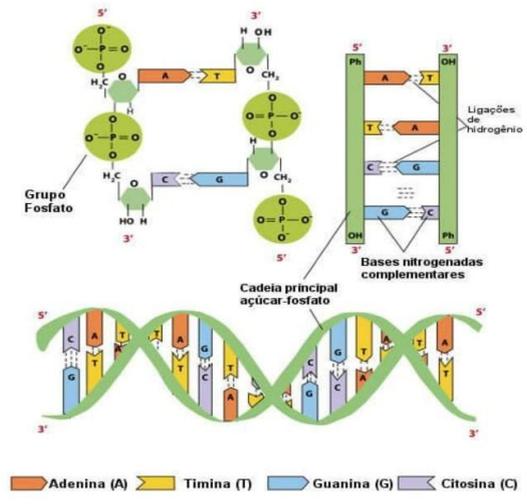
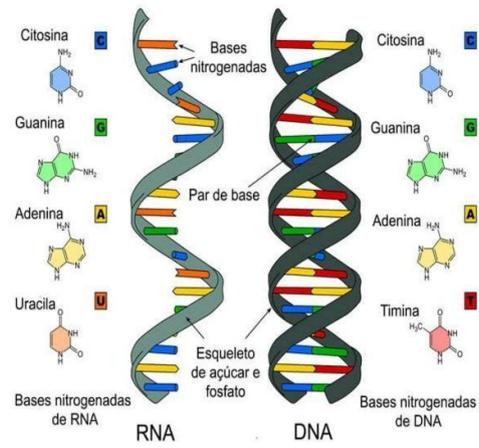
O sequenciamento de DNA, também conhecido como sequenciamento genético, é uma técnica que permite determinar a ordem de bases nitrogenadas que compõem a molécula de DNA.

Todas as células do nosso corpo contêm moléculas de DNA formadas por sequências de quatro moléculas, as famosas bases nitrogenadas:

- **A - Adenina;**
- **T - Timina;**
- **C - Citosina;**
- **G - Guanina.**

Tais bases ficam organizadas em sequências de DNA, em duas grandes fitas que se entrelaçam: uma cujo material genético herdamos do pai e outra da mãe. Tais sequências permitem aos cientistas determinar as informações genéticas que carregamos, como nossas características físicas, assim como alterações que podem causar doenças.





▶ Adenina (A)  
 ▶ Timina (T)  
 ▶ Guanina (G)  
 ▶ Citosina (C)

		criança		alegado pai	
Locus	PI	tamanho dos alelos		tamanho dos alelos	
D3S1358	2,02	16	16	15	16
vWA	2,89	14	15	18	19
D16S539	0,83	9	11	11	12
CSF1PO	0,70	10	12	11	12
TPOX	1,44	8	11	8	11
D8S1179	4,04	10	14	10	14
D21S11	1,58	26	26	26	30
D18S51	3,39	15	16	15	16
D2S441	2,48	10	11	10	11
D19S433	2,23	13	13	13	14
TH01	0,82	8	9,5	7	9,5
FGA	1,39	22	27	21	22
D22S1045	1,42	16	16	16	17
D5S818	1,38	11	12	12	12
D13S317	0,86	8	11	11	12
D7S820	1,56	9	9	9	12
SE33	2,63	24,2	28,2	28,2	29,2
D10S1248	7,31	16	17	14	17
D1S1656	3,21	12	14	13	15
D2S1338	4,47	19	24	19	19
Amalogeria		X		X	Y

Interpretação  
 índice de paternidade combinado **533,475**      probabilidade de paternidade **99,9998%**

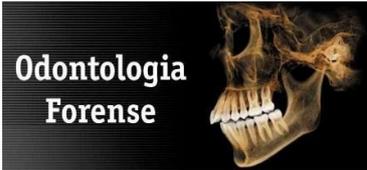
O alegado pai não está excluído como pai biológico da criança testada. Baseado nos resultados obtidos na análise dos locos de ADN listados acima a probabilidade de paternidade é de 99,9998%. Esta probabilidade de paternidade é calculada comparando indivíduos aleatórios não relacionados da população caucasiana (assumindo uma probabilidade inicial igual a 0,50).

## MEDICINA LEGAL

A medicina legal forense é uma especialidade médica que utiliza conhecimentos técnicos-científicos para colaborar com a atuação da justiça. Ela auxilia no esclarecimento de fatos relevantes em um processo judicial.

### Entre as principais atribuições de um médico legista estão:

- Análises relacionadas a pessoas vivas. Ela tem o objetivo de determinar informações específicas como, por exemplo, a idade, diagnosticar doenças profissionais, mentais ou venéreas, acidentes de trabalho, personalidades psicopáticas, lesões corporais ou conjunção carnal, entre outras situações.
- Análises realizadas no post-mortem, para determinar a causa e data do falecimento, lesões intra vitam e post-mortem, laudos toxicológicos, análise de fluidos e vísceras, extração de projéteis e exumação.
- Análises de objetos e provas, que abrangem, mas não se limitam a roupas, instrumentos, móveis e veículos com indícios de leite, sangue, pus, saliva, urina, líquido amniótico ou massa cerebral, por exemplo.

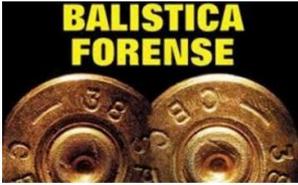


A Odontologia Forense ou Odontologia Legal é a especialidade odontológica que trabalha diretamente com a justiça podendo atuar nas esferas: cíveis, criminais e trabalhistas, bem como em processos éticos e administrativos.

Dentro da área cível, o perito poderá atuar, por exemplo, em demandas de pacientes contra profissionais em casos de supostos erros; em causas onde o profissional aciona o paciente para recebimentos de honorários; e em demandas para estimativa de idade com fins de produção de documentação inexistente, principalmente em crianças de lares adotivos.

Já na área criminal, a atuação se dá em processos de identificação humana, em casos de acidentes em massa, crimes e demais situações onde os corpos se encontram carbonizados, em avançado estado de decomposição ou esqueletizados.





A Balística Forense é área da criminalística responsável para examinar crimes que envolvem armas de fogo. É uma área muito extensa que estuda a arma, sua munição e os efeitos decorrentes de tiros, para esclarecer e provar a autoria e materialidade de um crime.

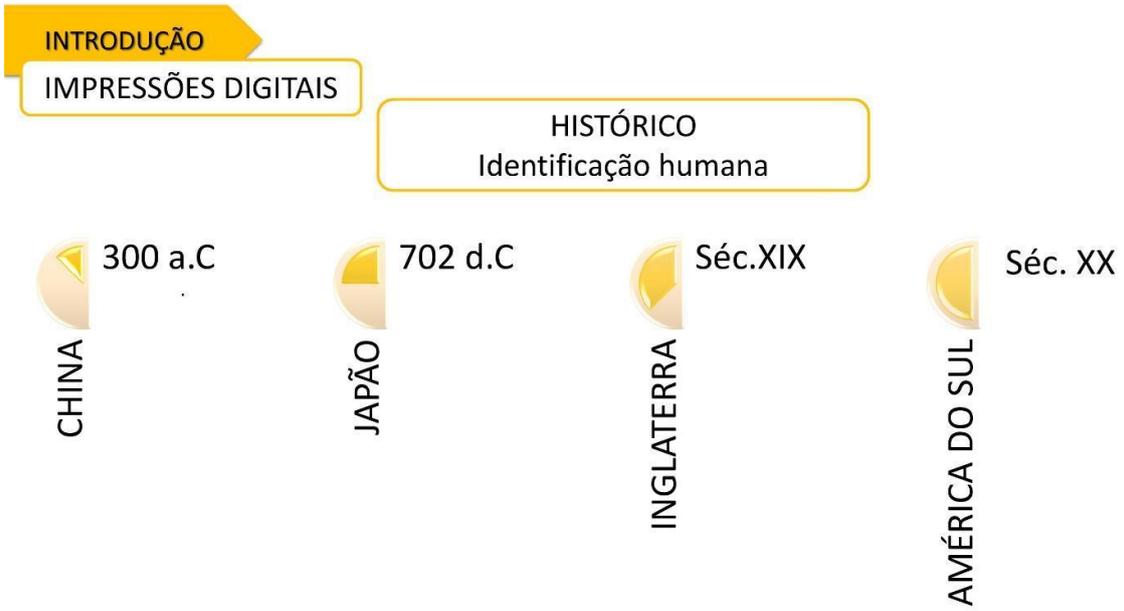


Criminologia Forense, é uma forma de Criminologia Aplicada que se debruça sobre o estudo científico do crime e dos criminosos com o objetivo de informar os processos de investigação criminal e de condenação penal. Uma das diferenças fundamentais entre um criminólogo forense e os demais criminólogos, respeita ao fato de que as observações e opiniões daqueles são utilizadas no contexto investigativo e/ou fazem parte do processo penal de forma mais ou menos direta.



VÍDEO: [https://www.youtube.com/watch?v=OqDrYhR\\_i1U](https://www.youtube.com/watch?v=OqDrYhR_i1U)

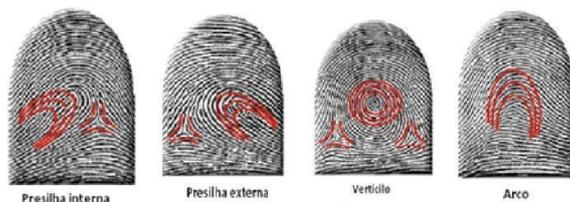
ANÁLISE DO VÍDEO – COMETÁRIOS



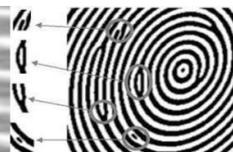
## INTRODUÇÃO

## IMPRESSÕES DIGITAIS

## 4 TIPOS FUNDAMENTAIS DE VUCETICH



## Pontos Característicos



A legislação brasileira, pelo uso e costume, exige a coincidência de, no mínimo, 12 (doze) pontos idênticos, na mesma localização, com a mesma "nomenclatura" e sem nenhum ponto discrepante, para atestar uma identidade.

Para que a figura identificadora seja considerada um Ponto Característico, terá de ter no mínimo a espessura de uma crista papilar.

Estipulou-se em número de 9 (nove) os pontos característicos, que podem ser encontrados em até 150 em uma única impressão digital completa sendo identificados com a seguinte nomenclatura e forma:



1- Ponto - Como o próprio nome sugere, é como um ponto final de uma frase escrita que se encontra entre duas linhas.



2- Ilha ou Ilhota - É pouco maior que um ponto e se caracteriza por ser o menor pedaço de linha da impressão digital, medindo aproximadamente de dois à quatro pontos de comprimento.



3- Cortada - É um pedaço pequeno de linha de duas à quatro vezes maior que uma "ilha".



4- Extremidade de linha - É todo final de linha seguida pelo estreitamento das duas linhas paralelas que a ladeiam. Esse estreitamento deve ser considerado para que não seja confundido com uma interrupção do desenho da linha, causado por agentes externos à formação natural da mesma. É o ponto característico mais comum em uma impressão digital.



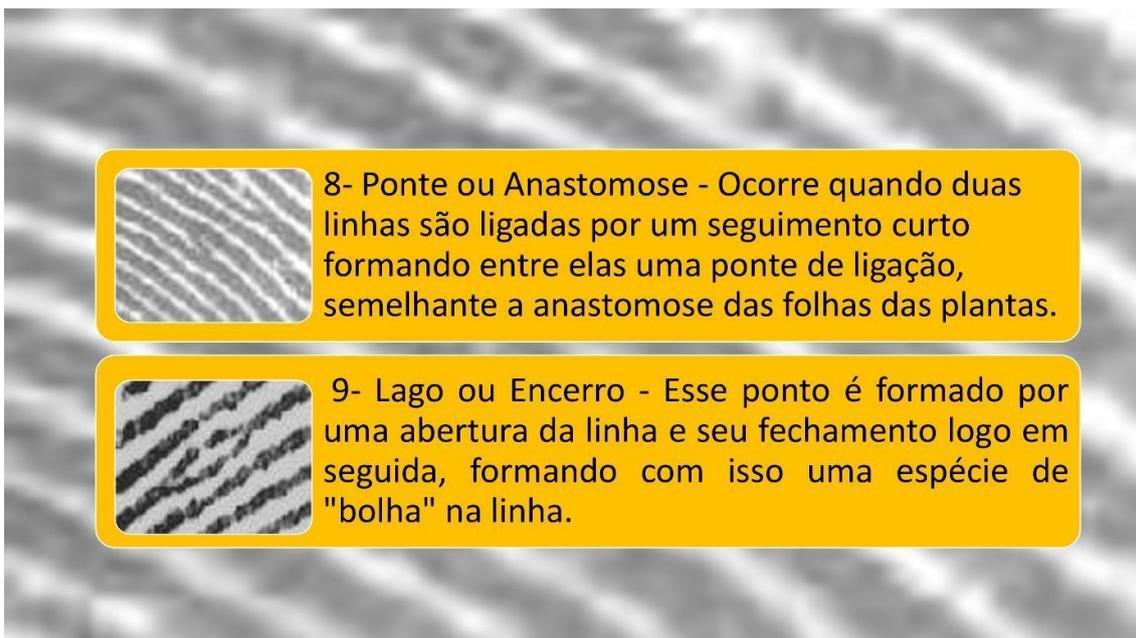
5 - Bifurcação - Quando se analisa uma impressão, faz-se observando-a circularmente no sentido horário tomando-se como base do raio (ou ponteiro) a parte mais central do desenho. Feito isso, conclui-se que, as linhas que se seguem nesse sentido e abrem-se em duas outras formam uma Bifurcação.



6 - Confluência - Da mesma forma que a bifurcação porém, em sentido contrário, ou seja, quando duas linhas seguem no sentido horário e, em dado momento, juntam-se em uma única linha, formando assim uma confluência.



7 - Haste ou Arpão - Dá-se o nome de Aste ou Arpão ao ponto quando um segmento de linha forma um apêndice na linha, semelhante a uma haste ou uma "fisca de arpão" de pesca podendo ser confundida com uma pequena confluência ou bifurcação.



## INTRODUÇÃO

### LOCAL DO CRIME

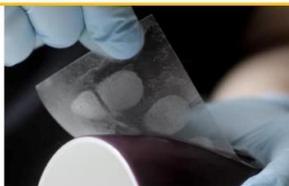
#### VISÍVEIS



#### LATENTES



### LABORATÓRIO



## INTRODUÇÃO

## COMPOSIÇÃO

- Glândulas écrinas – poros

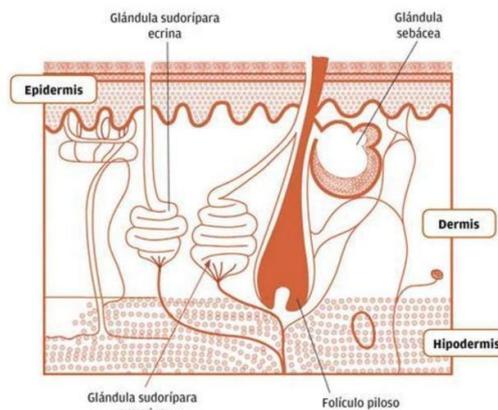
98% água

Inorgânicos

Orgânicos

- Glândulas sebáceas - folículo

Orgânicos



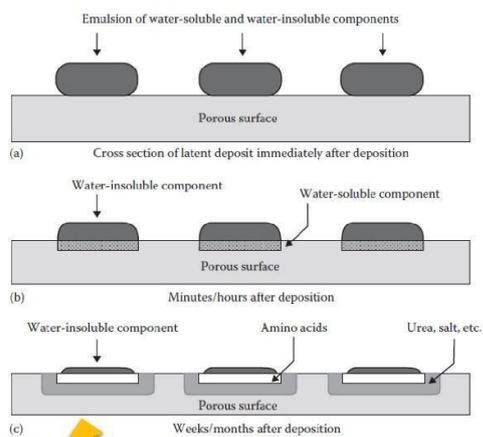
Fonte: Miradry

G.S. Sodhi, J. Kaur, Forensic Sci. Int. 120 (2001); S.P. Wargacki, L.A. Lewis, M.D. Dadmun, Forensic Sci. 53 (2008); H.M. Daluz, Fundamentals of Fingerprint Analysis, CRC Press, New York, 2015; FIGINI, A. R. L. Datiloscopia e Revelação de Impressões Digitais. Campinas, SP: Millenium Editora, 2012

## INTRODUÇÃO

## MÉTODOS DE REVELAÇÃO

- Vapor de Iodo

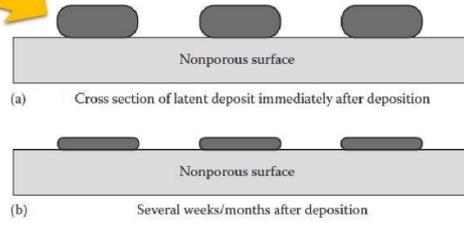


E. Chemello, Química Virtual. (2006); A. R. L. Figini, Datiloscopia e Revelação de Impressões Digitais. Campinas, SP: Millenium Editora, 2012.

INTRODUÇÃO

MÉTODOS DE REVELAÇÃO

● Cianoacrilato

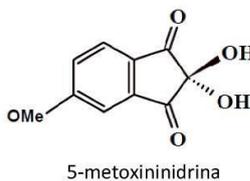
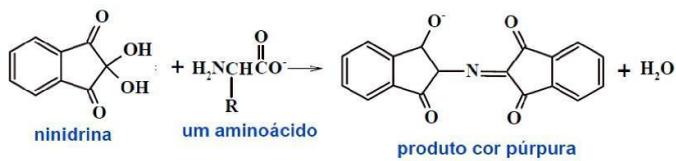
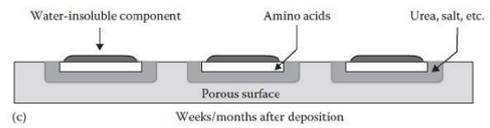


E. Chemello, Química Virtual. (2006); A. R. L. Figini, Datiloscopia e Revelação de Impressões Digitais. Campinas, SP: Millenium Editora, 2012.

INTRODUÇÃO

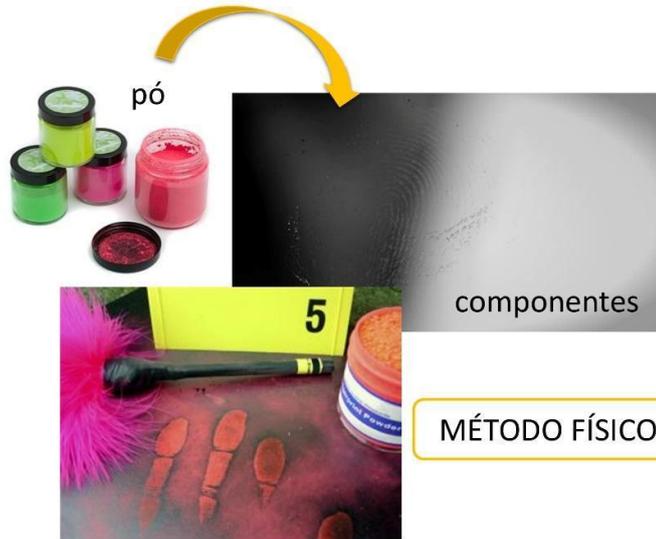
MÉTODOS DE REVELAÇÃO

● Ninidrina e análogos



INTRODUÇÃO

MÉTODO DO PÓ



MÉTODO FÍSICO

METODOLOGIA

REVELAÇÃO  
IMPRESSÕES DIGITAIS

1

SEBÁCEAS



H.M. Daluz, Fundamentals of Fingerprint Analysis, CRC Press, New York, 2015.; S. Kapoor, G.S. Sodhi, K. Sanjiv, J. Forensic Sci. Pathol. 3 (2016); H.L. Barros, V. Stefani, J. Photochem. Photobiol. A Chem. 368 (2019); V.G. Sears, S.M. Bleay, H.L. Bandey, V.J. Bowman, Sci. Justice. 52 (2012)

## METODOLOGIA

REVELAÇÃO  
IMPRESSÕES DIGITAIS

2

NATURAIS



30 min



## METODOLOGIA

TESTES

1

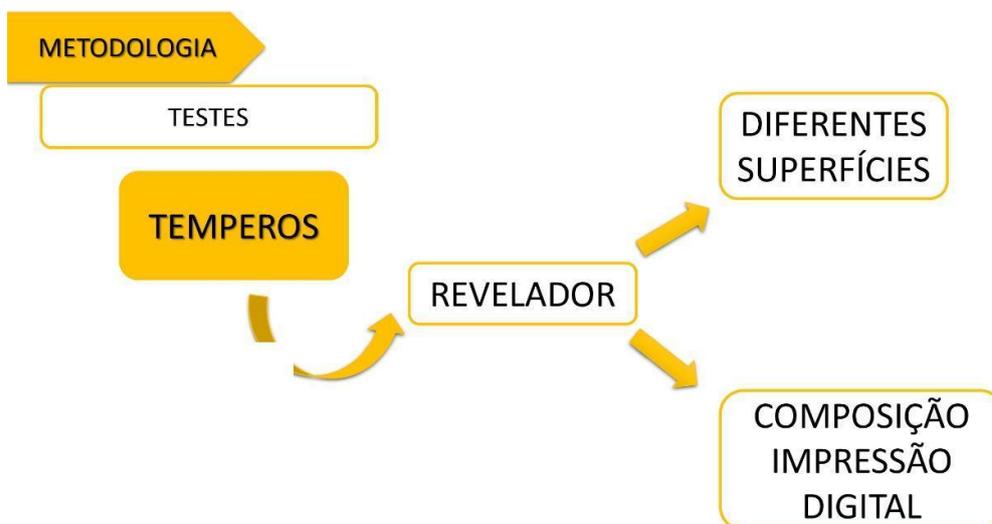
• IODO

2

• GRAFITE

3

• PÓ PADRÃO



### Comparação técnica

Aparência visual ↔ Valor numérico

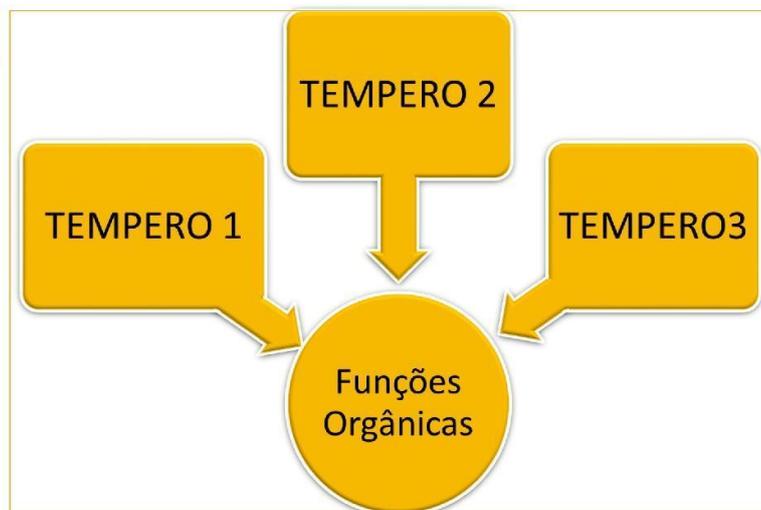
Tabela 1. Esquema de classificação usado para avaliação de revelação de impressões digitais

Ponto	Nível de detalhamento
0	Nenhuma evidência de marca
1	Revelação fraca; evidência de contato, mas não detalhes da crista
2	Revelação limitada; cerca de 1/3 dos detalhes da crista estão presentes, mas provavelmente não pode ser usado para fins de identificação
3	Forte revelação; entre 1/3 e 2/3 dos detalhes da crista; digital identificável
4	Revelação muito forte; detalhes completos da crista; digital identificável

Adaptado de :Sears, V. G., Bleay, S. M., Bandey, H. L., & Bowman, V. J. (2012).

METODOLOGIA

FINGERPRINT



CONCLUSÃO

---

PÓS-TESTE

CONCLUSÕES

---

## APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE  
NACIONAL

---

### PÓS -TESTE

Este questionário é parte da pesquisa que tem como tema: Introdução às Ciências Forenses na Escola: Motivação para as aulas de Química Orgânica, sob responsabilidade da mestrandia Maikeli Carniel e orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr. Emilene Mendes Becker, vinculada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Solicito que você responda a estas questões como participante e sujeito desta pesquisa. Obrigada.

---

#### DADOS PESSOAIS

Ano/série:

Idade:

Sexo:

---

Após a aplicação da Sequência Didática: *Introdução às Ciências Forenses na Escola: Motivação para as aulas de Química Orgânica*, responda as questões abaixo:

- 1) O que é Química?
  
- 2) Consegue relacionar a disciplina de Química com o seu cotidiano? No caso de resposta afirmativa, onde?
  
- 3) Qual a sua concepção sobre a metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho?
  
- 4) Descreva sucintamente o que são as Ciências Forenses.

5) Analisando os ramos das Ciências Forenses a seguir, associe corretamente:

- 1 - Entomologia Forense
- 2 - Antropologia Forense
- 3 - Toxicologia forense
- 4 - Psicologia Forense
- 5 - Psiquiatria Forense
- 6 - Genética Forense
- 7 - Balística Forense
- 8 - Papiloscopia

A - Qualquer substância que pode provocar danos ou produzir alterações no organismo.

B - É o assunto que lida com o diagnóstico, investigação e gestão de doenças mentais e tem a autoridade para prescrever medicamentos

C - É um assunto que lida principalmente com o comportamento humano no que diz respeito às questões jurídicas, não tem autoridade para prescrever medicamentos.

D - É uma área muito extensa que estuda a arma, sua munição e os efeitos decorrentes de tiros, para esclarecer e provar a autoria e materialidade de um crime.

E - É um método técnico-científico de identificação humana por meio de impressões papilares, ou seja, são reproduções dos desenhos encontrados nas papilas dérmicas palmares (mãos) e plantares (pés), sendo as impressões digitais (dedos) as mais difundidas.

F - É a ciência que dedica ao estudo dos insetos como ferramenta auxiliar da investigação criminal.

G - É muito utilizada na criminalística para o confronto de vestígios biológicos de indivíduos envolvidos em um crime.

H - Verifica aspectos da investigação médico-legal relacionada com a morte, nomeadamente quando o cadáver do indivíduo se encontra em avançado estado de decomposição ou esqueletizados.

A associação CORRETA é:

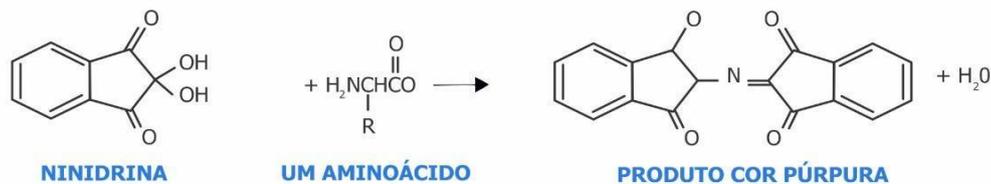
a) 1H, 2B, 3A, 4C, 5D, 6F, 7G, 8E

b) 1B, 2D, 3C, 4E, 5F, 6H, 7G, 8A

- c)1G, 2C, 3B, 4D, 5E, 6F, 7H, 8A  
 d)1C, 2H, 3D, 4A, 5G, 6E, 7F, 8B  
 e)1F, 2H, 3A, 4C, 5B, 6G, 7D, 8E

6) As impressões digitais são desenhos que se formam quando as papilas, presentes nas pontas dos dedos tocam uma superfície. Nesse contato, ocorre depósito de vestígios papilares visíveis ou ocultos. Existem reagentes que podem ser usados para tornar visíveis vestígios papilares ocultos. Uma substância bastante utilizada nesse caso é a ninidrina, que reage com um dos componentes do suor formando um produto colorido.

A equação Química pode ser observada abaixo:



O composto Ninidrina apresenta as funções orgânicas:

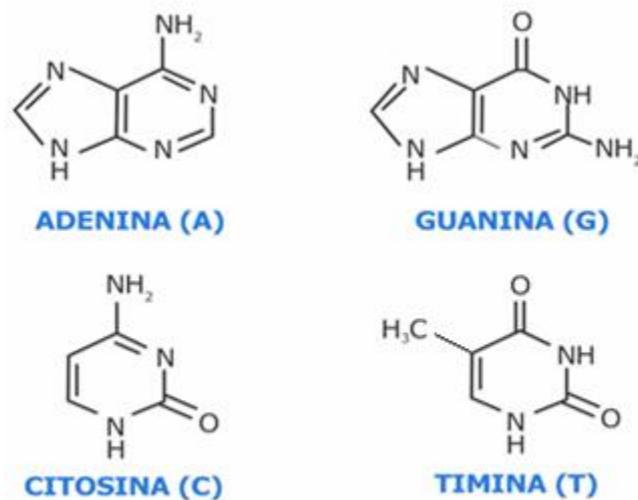
- a) álcool e amida.  
 b) álcool e cetona.  
 c) álcool e aldeído.  
 d) amina e ácido carboxílico  
 e) amida e ácido carboxílico

7) Os Aminoácidos são moléculas orgânicas que possuem, pelo menos, um grupo amina - NH<sub>2</sub> e um grupo carboxila - COOH em sua estrutura. Os aminoácidos são utilizados na síntese de proteínas, as quais constituem músculos, tendões, cartilagens, tecido conjuntivo, unhas e cabelos, além de alguns hormônios. Indique a função orgânica **não encontrada** nos aminoácidos abaixo:



- Éter
- Amina
- Ácido Carboxílico
- Composto Sulfurado
- Fenol

8) O DNA (Ácido Desoxirribonucléico) é composto por milhões de nucleotídeos ligados uns aos outros. Separadamente, nucleotídeos são bastante simples, consistindo de três partes diferentes: Base nitrogenada (Adenina, Timina, Guanina e Citosina), Desoxirribose (um açúcar por cinco carbonos) e um grupamento fosfato.

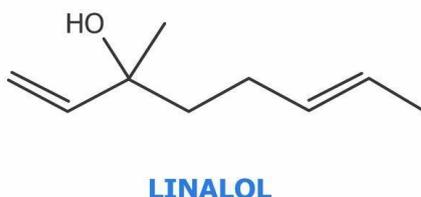


A função orgânica comum nas Bases Nitrogenadas (Adenina, Timina, Guanina e Citosina) é:

- Álcool
- Amina
- Ácido Carboxílico
- Éter

e) Fenol

9) Na revelação de impressões digitais ocultas foram usados alguns temperos, como: louro, canela e *curry*. A folha de louro contém um composto chamado linalol. Um estudo da *American Association of Nurse Anesthetists* descobriu que linalol diminui a ansiedade e aumenta a interação social. Sobre a estrutura do linalol abaixo, indique a função orgânica observada.



- a) Amina
- b) Álcool
- c) Ácido Carboxílico
- d) Éter
- e) Fenol

10) A canela é uma especiaria que é extraída da árvore caneleira *Cinnamomum zeylacum* que significa madeira doce. É proveniente do Sri Lanka (antigo Ceilão) e bastante cultivada na Índia, sendo comercializada em pau e pó. A molécula que é responsável pelo aroma característico da canela é designada por cinamaldeído, constituindo cerca de 90% do óleo essencial.



Sobre a molécula do cinamaldeído, indique a função orgânica presente.

- a) Amina

- b) Álcool
- c) Aldeído
- d) Éter
- e) Fenol

11) Você consegue relacionar conteúdos de Química com as Ciências Forenses?

12) Para que servem as impressões digitais?

13) Avalie as aulas trabalhadas sobre Ciências Forenses.

GABARITO QUESTIONÁRIO FINAL

1. Resposta pessoal
2. Resposta pessoal
3. Resposta pessoal
4. Resposta pessoal
5. E
6. B
7. A
8. B
9. B
10. C
11. Resposta pessoal
12. Resposta pessoal
13. Resposta pessoal

Fonte: Autora (2021).

## **APÊNDICE F - PRODUTO EDUCACIONAL**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

MAIKELI CARNIEL

**PRODUTO EDUCACIONAL:  
SEQUÊNCIA DIDÁTICA: INTRODUÇÃO ÀS CIÊNCIAS FORENSES NA ESCOLA:  
MOTIVAÇÃO PARA AS AULAS DE QUÍMICA ORGÂNICA**

Produto Educacional apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre em Química, sob orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Emilene Mendes Becker

PORTO ALEGRE  
2021

## APRESENTAÇÃO

### **Caro(a) professor(a)!**

Apresentamos a Sequência Didática: Introdução às Ciências Forenses na escola: motivação para as aulas de química orgânica, produto de uma dissertação de Mestrado do Programa Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Este Produto Educacional busca melhorar a compreensão da química orgânica, através das Ciências Forenses por um processo interdisciplinar de educação, encadeado de passos ou etapas ligadas entre si para tornar mais eficiente o processo de ensino e aprendizagem acerca do assunto.

Nesta Sequência Didática você encontrará estratégias para o ensino de importantes conceitos das diversas áreas do conhecimento, em especial na disciplina de Química. Consta neste material, duas propostas de avaliação da aprendizagem, questionários de avaliação pré e pós aplicação da Sequência Didática, aulas expositivas, expositivas dialogadas, uso de vídeo, apresentação oral e escrita, além de aulas experimentais.

A aplicação dessa SD é destinada para as turmas da 3ª série do Ensino Médio, apresenta doze aulas/períodos de (50 minutos) cada. As aulas poderão ser adaptadas conforme a sua realidade escolar. As atividades propostas nesta sequência de aulas são de fácil entendimento, norteadas pela preocupação com a segurança e com o ambiente de ensino e visa contribuir com a sua prática docente e ajudar os estudantes terem noções básicas sobre Ciências Forenses e a compreensão da química orgânica, especialmente no conteúdo de funções orgânicas.

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Apresentamos essa proposta de Sequência Didática (SD): *Introdução às Ciências Forenses na escola: motivação para as aulas de química orgânica*, que é o produto de uma dissertação de mestrado do Programa Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. A SD foi estruturada, conforme descrita no Quadro 1, abaixo:

**Quadro 1: Estrutura da Sequência Didática**

Aulas	Atividades	Nº de períodos
01	<p><b>Planejamento e diagnóstico inicial</b></p> <p>Orientações gerais do professor sobre as atividades a serem desenvolvidas através da Sequência Didática: <i>Introdução às Ciências Forenses na escola: motivação para as aulas de Química Orgânica</i> e aplicação do questionário diagnóstico</p>	1
02	<p><b>A química, sua importância e subdivisões</b></p> <p>Apresentação multimídia sobre o que é Química, a importância da mesma na sociedade atual, suas principais divisões: orgânica, inorgânica, físico-química e analítica e ramos.</p> <p>Discussão e debate no grande grupo sobre a Química e a temática Ciências Forenses.</p>	1
03 e 04	<p><b>As Ciências Forenses e seus ramos</b></p> <p>Apresentação multimídia e discussão – Introdução às Ciências Forenses e seus principais segmentos.</p> <p>a) Entomologia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Subdivisão das três áreas: urbana, produtos alimentícios e médico-legal;</li> <li>- Decomposição após a morte e o desenvolvimento dos insetos;</li> <li>- Corpos incorruptos (curiosidade).</li> </ul> <p>b) Antropologia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudos sobre o ser humano e sua diversidade cultural.</li> </ul> <p>c) Toxicologia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Substâncias que podem provocar danos ou produzir alterações no organismo;</li> <li>- Análise do artigo: A Química das drogas: uma abordagem didática para o ensino de funções orgânicas;</li> <li>- Funções orgânicas presentes nas drogas.</li> </ul> <p>d) Psicologia e Psiquiatria Forense</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceito e diferença de cada uma delas, e as responsabilidades criminal e diminuída perante a justiça.</li> </ul>	2

	<p>e) Genética/Biologia forense</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análise das classes funcionais que compõem as Bases Nitrogenadas do DNA;</li> <li>- Interpretação em conjunto de um teste de DNA.</li> </ul> <p>f) Medicina Legal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atribuições de um médico legista.</li> </ul> <p>g) Odontologia Forense</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atuação nas esferas: cíveis, criminais e trabalhistas, bem como em processos éticos e administrativos.</li> </ul> <p>h) Balística</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armas de fogo, munição e os efeitos decorrentes de tiros.</li> </ul> <p>i) Criminologia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informar os processos de investigação criminal e de condenação penal.</li> </ul>	
05	<p><b>A Papioscopia</b></p> <p>Vídeo Introdutório: Laboratório forense - Impressões digitais; Questionamentos e comentários após vídeo.</p>	1
06 e 07	<p><b>Estudo das impressões digitais.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aspectos conceituais a respeito da Papioscopia;</li> <li>- Classificação, subtipos, pontos característicos, além dos conceitos básicos sobre impressões digitais;</li> <li>- A Lei Nº 12.037;</li> <li>- Componentes químicos das impressões digitais e os principais métodos de revelação de impressões digitais latentes;</li> </ul>	2
08	<p><b>Os temperos e as funções orgânicas</b></p> <p>Análise sobre a composição química, com relação as funções orgânicas dos temperos <i>curry</i>, canela e louro.</p>	1
09,10 e 11	<p><b>Revelação de impressões digitais</b></p> <p>Aulas experimentais sobre a revelação de impressões digitais latentes em diferentes superfícies, através da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Sublimação do Iodo;</li> <li>b) Grafite em pó,</li> <li>c) Pó padrão;</li> <li>d) Temperos: o louro, o <i>curry</i> e a canela</li> </ul>	3
12	<p><b>Aplicação do questionário final</b></p> <p>Questionário final</p>	1
<b>Total</b>		<b>12</b>

Fonte: Autora (2021).

## 2.1 Detalhamento de cada aula

### 2.1.1 Aula 1: Planejamento e diagnóstico inicial

**Duração: 50 minutos (01 período)**

**Objetivo:**

Conhecer o perfil, concepções e os conceitos prévios dos estudantes e seu interesse entre o ensino de Química e Ciência Forense.

**Atividades:**

a) Orientações gerais do professor sobre as atividades a serem desenvolvidas através da Sequência Didática: *Introdução às Ciências Forenses na escola: motivação para as aulas de química orgânica.*

b) Aplicação do questionário diagnóstico.

**Recursos utilizados:**

1 - Computador ou similar.

2 - Folhas para impressão dos questionários.

**Desenvolvimento:**

Na sala de aula o professor pode iniciar explicando que os alunos irão responder um questionário diagnóstico sobre algumas concepções e os conceitos prévios e seu interesse entre o ensino de Química e um possível tema para contextualização. É importante que não seja permitida a comunicação entre os estudantes para não haver interações discursivas e no sentido de evitar interferências nas respostas. O Quadro 2 é uma sugestão para o professor utilizar como questionário diagnóstico.

**Quadro 2:** Sugestão de questionário diagnóstico

<b>QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO</b>	
<b>SOBRE A DISCIPLINA DE QUÍMICA</b>	
1) O que é Química?	
2) Consegue relacionar a disciplina de Química com o seu cotidiano? No caso de resposta afirmativa, onde?	
3) Sente dificuldade em aprender Química?	
a) Sim, sempre.	
b) Sim, em quase todos os conteúdos.	
c) Sim, em poucos conteúdos.	
d) Não, nunca.	

4) Gosta das aulas de Química?

- a) Gosto das aulas, pois são muito interessantes.
- b) São importantes, mas não gosto.
- c) Assisto por obrigação.
- d) Não consigo compreender a disciplina.

5) Consegue compreender as explicações do(a) professor(a) de Química?

- a) Sim, sempre.
- b) Sim, às vezes.
- c) Somente quando peço para repetir a explicação.
- d) Não, nunca.

6) Referente às aulas de Química no laboratório:

- a) Interesse-me, sempre participo.
- b) Gosto, mas fico só observando.
- c) Não gosto/não tenho interesse.
- d) Nunca tive aulas no laboratório.

7) (Resposta múltipla) Qual a maneira que compreende melhor o conteúdo de Química?

- Aulas teóricas
- Aulas práticas (laboratório)
- Exercícios
- Livro didático
- Por meio de recursos audiovisuais (ex. multimídia, filmes, músicas)

8) (Resposta múltipla) Quais os meios de informação que você utiliza para aprender Química?

- Assisto a alguns programas de televisão.
- Estudo Química somente no livro didático.
- Utilizo vídeos disponíveis na internet.
- Visito sites que tratam do conteúdo.
- Vou a museus e/ou feiras de ciências.
- Leio revistas de divulgação científica (Galileu, Ciência Hoje, Super Interessante etc.).

9) Sendo aluno(a) finalista do Ensino Médio, sente-se preparado(a) para enfrentar Provas de Vestibulares e ENEM na Área de Ciências da Natureza (qual integra as disciplinas de Química, Biologia e Física)? Justifique.

10) Qual a sua opinião sobre o Ensino Médio atual e como você gostaria que as aulas de Química fossem abordadas.

### **SOBRE AS CIÊNCIAS FORENSES**

11) Descreva sucintamente o que são as Ciências Forenses.

12) Pode citar alguma situação em que a Ciência Forense pode ser aplicada? Em caso de resposta afirmativa, qual?

13) Se interessa por investigações criminais?

- a) Sim, muito.
- b) Sim, um pouco.
- c) Não.
- d) Não sei/não tenho opinião.

14) (Resposta múltipla) Das técnicas utilizadas em laboratórios de Química Forense, assinale as que já ouviu falar:

- ( ) Cromatografia
- ( ) Teste de DNA
- ( ) Revelação de impressão digital
- ( ) Identificação de sangue (serologia)
- ( ) Espectroscopia
- ( ) Balística

15) Em uma cena de crime, o perito criminal deve:

- a) Apenas fotografar o local.
- b) Estar sozinho.
- c) Recolher apenas cabelos e impressões digitais.
- d) Ser cuidadoso com os vestígios para não modificar as provas do crime.

16) Qual o seu interesse em conhecer mais a área de Ciências Forenses na disciplina de Química?

- a) Concordo totalmente
- b) Concordo parcialmente
- d) Não vejo relação com a Disciplina
- e) Discordo totalmente.

Fonte: Autora (2021).

#### GABARITO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

1. Resposta pessoal
2. Resposta pessoal
3. Resposta pessoal
4. Resposta pessoal
5. Resposta pessoal
6. Resposta pessoal
7. Múltipla escolha
8. Múltipla escolha
9. Resposta pessoal
10. Resposta pessoal
11. Resposta pessoal
12. Resposta pessoal
13. Resposta pessoal
14. Múltipla escolha
15. D
16. Resposta pessoal

Fonte: Autora (2021).

Após estes questionamentos o professor deverá analisar os questionários e na aula seguinte comentar alguns resultados com os alunos.

### 2.1.2 Aula 2: A Química, sua importância e subdivisões

**Duração: 50 minutos (01 período)**

**Objetivo:** Entender o que é Química, suas subdivisões e a sua contribuição essencial à humanidade.

**Atividades:**

- a. Apresentação multimídia sobre o que é Química, a importância da mesma na sociedade atual, suas principais divisões: orgânica, inorgânica, físico-química e analítica e ramos.
- b. Discussão e debate no grande grupo sobre a Química e a temática Ciências Forenses.

**Recursos utilizados:**

- 1 - Computador ou similar;
- 2 - Data show.

**Desenvolvimento:**

Para o encontro dois da aplicação da Sequência Didática, uma série de aulas expositivas foram desenvolvidas. Através de uma apresentação multimídia, encontrada no Apêndice D, o professor pode explicar e rever conhecimentos sobre o que é Química, a importância da mesma na sociedade atual, suas principais divisões: orgânica, inorgânica, físico-química, analítica e seus respectivos ramos.

Nesta aula, é necessário que o professor retorne ao questionário inicial (Aula 1) e caso seja necessário, o professor deverá fazer as discussões entre os alunos analisando os argumentos. Em seguida, o professor deve proporcionar a discussão e o debate no grande grupo sobre a Química e a temática Ciências Forenses, verificando se eles já são capazes de fazer alguma relação. Como sugestão os alunos podem ser organizados em círculo, para facilitar a interação.

**2.1.3 Aulas 3 e 4: As Ciências Forenses e seus ramos**

**Duração: 1 hora e 40 minutos (02 períodos)**

**Objetivos:**

Introduzir conceitos sobre as Ciências Forenses e seus principais segmentos;  
Relacionar a temática Ciências Forenses com os conteúdos trabalhados em sala de aula de forma interdisciplinar.

**Atividades:**

Apresentação multimídia e discussão – Introdução às Ciências Forenses e seus principais segmentos.

a. Entomologia

- Subdivisão das três áreas: urbana, produtos alimentícios e médico-legal;
- Decomposição após a morte e o desenvolvimento dos insetos;
- Corpos incorruptos (curiosidade).

b. Antropologia

- Estudos sobre o ser humano e sua diversidade cultural.

c. Toxicologia

- Substâncias que podem provocar danos ou produzir alterações no organismo;
- Análise do artigo: A Química das drogas: uma abordagem didática para o ensino de funções orgânicas;
- Funções orgânicas presentes nas drogas.

d. Psicologia e Psiquiatria Forense

- Conceito e diferença de cada uma delas, e as responsabilidades criminal e diminuída perante a justiça.

e. Genética/Biologia forense

- Análise das classes funcionais que compõem as Bases Nitrogenadas do DNA;
- Interpretação em conjunto de um teste de DNA.

f. Medicina Legal

- Atribuições de um médico legista.

g. Odontologia Forense

- Atuação nas esferas: cíveis, criminais e trabalhistas, bem como em processos éticos e administrativos.

h. Balística

- Armas de fogo, munição e os efeitos decorrentes de tiros.

i. Criminologia

- Informar os processos de investigação criminal e de condenação penal.

**Recursos utilizados:**

- 1 - Computador ou similar;
- 2 - Data show.

**Desenvolvimento:**

A sugestão é que a aula seja iniciada com questionamentos de forma oral sobre o que são as Ciências Forenses. Após esse questionamento apresentar através de recursos multimídia, o conceito sobre o tema Ciência Forense e em seguida seus principais ramos: Entomologia, Antropologia, Toxicologia, Psicologia e Psiquiatria Forense, Genética/Biologia Forense, Medicina Legal, Odontologia Forense, Balística e Criminologia. Uma sugestão de slides se encontra no Apêndice D.

**Aporte pedagógico:**

O professor poderá dar destaque nos ramos das Ciências Forenses, seguindo os passos:

Na Entomologia Forense, destacar o fato da subdivisão das três grandes áreas: urbana, produtos alimentícios e principalmente a médico-legal, a decomposição após a morte e o desenvolvimento dos insetos.

Para o ramo de Antropologia, perceber a sua aplicação às questões de direito no que diz respeito à identificação de restos cadavéricos.

Na Toxicologia Forense, por ser uma ciência multidisciplinar destacar as substâncias que podem provocar danos ou produzir alterações no organismo. Na oportunidade o professor poderá realizar a leitura com a turma do artigo: A Química das drogas: uma abordagem didática para o ensino de funções orgânicas, contido no endereço eletrônico: (<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/18/6/a-quimica-das-drogas-uma-abordagem-didtica-para-o-ensino-de-funes-orgnicas>). Ainda, posteriormente pode ser feita a análise das funções orgânicas em grupo presentes nas drogas citadas no texto.

Para a Psicologia e Psiquiatria Forense destacar a diferença de cada uma delas, e as responsabilidades criminal e diminuída perante a justiça.

No segmento, Genética Forense, fazer relações com o DNA, também conhecido como sequenciamento genético. Uma sugestão é fazer a análise de um teste de DNA, com a finalidade de analisar principalmente a estrutura das quatro bases nitrogenadas da sua composição: Adenina, Timina, Guanina e Citosina e seus respectivos grupos funcionais.

No ramo da Medicina Legal, verificar as principais atribuições de um médico legista como: análises relacionadas a pessoas vivas, com o objetivo de determinar informações específicas como, por exemplo, a idade, diagnosticar doenças

profissionais, mentais ou venéreas, acidentes de trabalho, personalidades psicopáticas, lesões corporais ou conjunção carnal, entre outras situações. Análises realizadas no *post-mortem*, para determinar a causa e data do falecimento, lesões *intra vitam* e *post-mortem*, laudos toxicológicos, análise de fluídos e vísceras, extração de projéteis e exumação, e ainda, análises de objetos e provas, que abrangem, mas não se limitam a roupas, instrumentos, móveis e veículos com indícios de leite, sangue, pus, saliva, urina, líquido amniótico ou massa cerebral, por exemplo.

No que cabe a Odontologia Forense ou Odontologia Legal, estudar a atuação nas esferas: cíveis, criminais e trabalhistas, bem como em processos éticos e administrativos.

Na Balística Forense, área da criminalística responsável para examinar crimes que envolvem armas de fogo, o professor pode enfatizar sobre o estudo das armas, munição e os efeitos decorrentes de tiros, para esclarecer e provar a autoria e materialidade de um crime.

Na Criminologia Forense dar ênfase a uma das principais formas de identificação e investigação criminal, a papiloscopia será abordada a partir da aula 5.

#### **2.1.4 Aula 5: A Papiloscopia**

**Duração: 50 minutos (01 período)**

**Objetivo:** Introduzir sobre a Papiloscopia, seu surgimento e sua importância.

##### **Atividades:**

- a. Vídeo Introdutório: Laboratório Forense - Impressões digitais;
- b. Questionamentos e comentários após vídeo.

##### **Recursos utilizados:**

- 1 - Computador ou televisor;
- 2 - Data show;
- 3 - Internet.

##### **Desenvolvimento:**

Nesta aula sugere-se que os estudantes assistam o vídeo: Laboratório Forense - Impressões digitais, que pode ser acessado no endereço eletrônico

([https://www.youtube.com/watch?v=OqDrYhR\\_i1U](https://www.youtube.com/watch?v=OqDrYhR_i1U)) e tem como principal foco a introdução a Papiloscopia.

Para Morán (1995), o uso de vídeos como recurso pedagógico na sala de aula aproxima os alunos do cotidiano, das linguagens de aprendizagem, da comunicação, da sociedade urbana, e também introduz novas questões no processo educacional. No que se refere a aula, o vídeo é capaz de promover a linguagem visual, falada, musical e escrita, além de seduzir, informar e entreter.

Após assistirem o vídeo, os alunos podem ser questionados de modo oral sobre:

1. O que chama mais a atenção no vídeo?
2. O que dizem as cenas (significados)?
3. Quais as consequências, aplicações para a nossa vida, para o grupo?

Deixar que os estudantes conversem sobre as imagens e caso necessário, faça interferências sobre pontos mais relevantes mostrados no vídeo.

### **2.1.5 Aula 6 e 7: Estudo das impressões digitais**

**Duração: 1 hora e 40 minutos (02 períodos)**

#### **Objetivos:**

Entender os aspectos conceituais a respeito da Papiloscopia, bem como sua classificação, subtipos, pontos característicos e conceitos básicos sobre impressões digitais;

Conhecer a Lei número 12.037, os componentes químicos das impressões digitais e os principais métodos de revelação de digitais latentes.

#### **Atividades:**

- a. Aspectos conceituais a respeito da Papiloscopia;
- b. Classificação, subtipos, pontos característicos, além dos conceitos básicos sobre impressões digitais;
- c. A Lei Nº 12.037;
- d. Componentes químicos das impressões digitais e os principais métodos de revelação de impressões digitais latentes;

#### **Recursos utilizados:**

- 1 - Computador ou similar;
- 2 - Data show.
- 3 - Internet

**Desenvolvimento:**

Tendo em vista que a proposta educacional possui como tema central o uso dos temperos como reveladores para impressões digitais latentes, num primeiro momento, o professor deverá trabalhar com os aspectos conceituais a respeito da ciência que trata este tema, a Papiloscopia, suas classificações, subtipos, pontos característicos, além dos conceitos básicos sobre impressões digitais, como perenidade, imutabilidade, variabilidade e individualidade. Neste contexto, é possível relacionar este tema com aspectos de identificação civil e criminal, através da Lei Nº 12.037, de 1º de outubro de 2009, disponibilizada no endereço eletrônico ([http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l12037.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12037.htm))

Além disso, através de recursos multimídia, Apêndice D, relacionar os componentes químicos das impressões digitais e suas principais funções orgânicas e os principais métodos de revelação de impressões digitais latentes. Alguns questionamentos orais podem ser feitos de maneira que instigue os alunos sobre os próximos passos:

1. Qual a possibilidade de realizar a revelação de impressões digitais na escola?
2. Como conseguir os pós reveladores de impressões digitais?

Após esta interação fazer a explicação que na aula seguinte, será feito um estudo sobre compostos que são utilizados no dia-a-dia e que podem ser usados como potenciais reveladores de impressões digitais.

**2.1.6 Aula 8: Os temperos e as funções orgânicas****Duração: 50 minutos (01 período)****Objetivo:**

Conhecer a origem e composição dos temperos selecionados e fazer a análise dos mesmos como potenciais reveladores de impressões digitais.

**Atividades:**

a. Análise sobre a composição química, com relação as funções orgânicas dos temperos *curry*, canela e louro.

**Recursos utilizados:**

- 1 - Computador ou similar;
- 2 - Data show.

**Desenvolvimento:**

Na aula 8, o professor deve retomar os processos de revelação de impressões digitais, fazer uma breve explanação sobre a origem e a composição química dos temperos.

Sugere-se que neste momento que o professor organize os alunos em grupos de quatro pessoas e projete ou imprima algumas das estruturas químicas que compõem os temperos, conforme o Quadro 3 contido no aporte pedagógico. Em seguida, pedir para os alunos anotar as funções orgânicas contidas, e após discutir de modo oral no grande grupo.

**Aporte pedagógico:****Temperos como reveladores de impressões digitais: O caso do *curry*, da canela e do louro**

A utilização dos condimentos, *Murraya koenigii* L. (*curry*), *Cinnamomum verum* J. (canela), *Laurus nobilis* L. (louro) como reveladores de impressões digitais, no ensino de Química em associação com a papiloscopia podem ser inseridos a fim de valorizar o conhecimento dos estudantes, visto que muitas funções orgânicas são encontradas em suas composições (NICOLODI *et al.*, 2019).

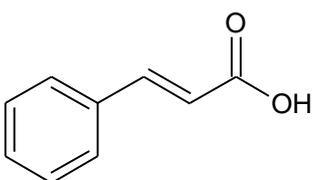
Conforme Koketsu, Gonçalves, Godoy (1997) e Lima *et al.* (2005), a canela é uma planta aromática e Medicinal pertencente à família *Lauraceae*, originária de algumas regiões da Índia e do Ceilão. É encontrada e conhecida no Brasil como canela-da-índia e canela-do-ceilão. Além de ser uma das mais antigas especiarias conhecidas, seu uso é relatado desde os tempos bíblicos e o controle de seu comércio foi um dos motivos das grandes explorações marítimas. A constituição química da canela varia significativamente em relação às distintas partes da planta, a casca é rica em aldeído cinâmico e a folha é fonte de eugenol.

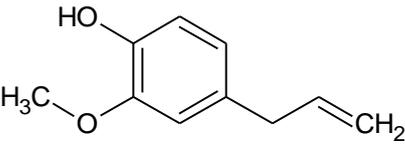
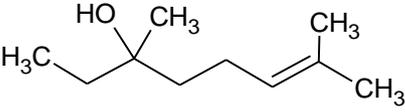
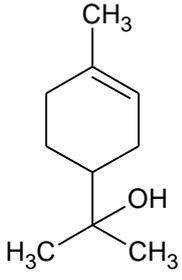
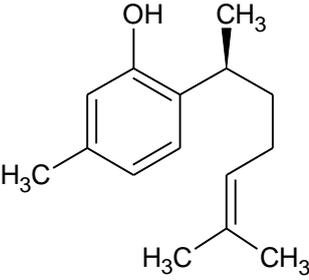
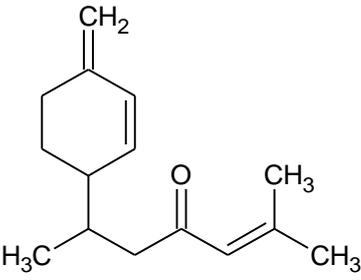
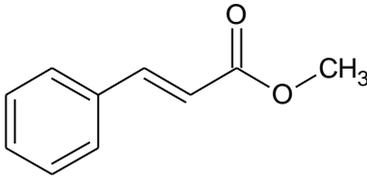
Sony *et al.* (2014) afirmam que o *curry spice* é um dos temperos mais utilizados, especialmente na região continental da Índia. É consumido principalmente na forma de pó seco, utilizado para coloração alimentícia devido à sua forte coloração amarela, associada a efeitos terapêuticos e dietéticos. Assim como a canela, surgiu na Índia e espalhou-se para todo o mundo com as grandes navegações. Atualmente é um símbolo das culinárias indiana, tailandesa e de países indo-portugueses. Ele não é uma planta, e sim uma mistura de ervas secas como, gengibre, pimenta dedo-de-moça, pimenta vermelha, canela em rama, cominho, pimenta-do-reino, cardamomo, cravo, erva-doce, cúrcuma e coentro em grãos, torradas e moídas. Segundo um estudo publicado no periódico *British Journal of Nutrition*, o tempero tem diversas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias comprovadas. Para Sueth-Santiago *et al.* (2005), a composição química do turmérico é bastante variada, contendo linalol, terpineol, curcufenol, curcuma, tumerona e  $\alpha$ -felandreno, compostos estes que apresentam em sua estrutura os seguintes grupos funcionais, álcool, cetona e fenol.

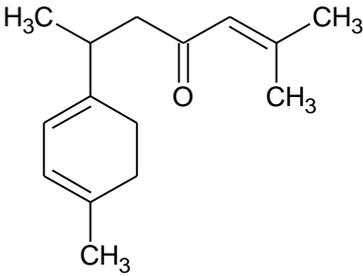
O louro, originário da Ásia Menor, é uma planta Medicinal muito conhecida na gastronomia por seu sabor e aroma característico, porém, ele também pode ser utilizado no tratamento de problemas digestivos, infecções, estresse e ansiedade, por exemplo, devido às suas propriedades. Panizza (1997) acrescenta que entre a sua composição estão o geraniol, cineol, eugenol, linalol, terpineno, pineno, costunolide e deacetillaurebiolide, taninos, açúcares e pectinas, compostos estes que apresentam muitas funções orgânicas estudadas no terceiro ano do Ensino Médio.

No Quadro 3, é possível verificar a fórmula estrutural de alguns compostos orgânicos contidos nos temperos selecionados e suas respectivas funções orgânicas.

**Quadro 3: Fórmula estrutural de compostos orgânicos encontrados nos temperos *curry*, louro e canela.**

Composto	Fórmula Estrutural	Funções Orgânicas
Aldeído cinâmico		Aldeído

Eugenol		Fenol e éter
Linalol		Álcool
Terpineol		Álcool
Curcufenol		Fenol
Curlona		Cetona
Cineol		Éster

Tumerona		Cetona
----------	--	--------

Fonte: Autora (2021).

### 2.1.7 Aulas 9, 10 e 11: Revelação de impressões digitais

**Duração: 2 horas e 30 minutos (03 períodos)**

**Objetivo:** Despertar o interesse dos alunos através da experimentação e tornar o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos científicos, favorecendo a construção das relações entre a teoria e a prática.

#### Atividades:

Aulas experimentais sobre a revelação de impressões digitais latentes em diferentes superfícies, através da:

- Sublimação do Iodo;
- Grafite em pó,
- Pó padrão;
- Temperos: o louro, o *curry* e a canela

#### Recursos utilizados:

- Folhas de papel (sulfite A4);
- Lâminas de vidro (lâminas de microscópio);
- Pedaços de capa de apostila (plástico de cor escura);
- Pincel de fibra de vidro ou de cerdas macias;
- Iodo sólido;
- Grafite em pó;
- Pó padrão;
- Temperos: o louro, o *curry* e a canela;
- Luvas;
- Pote com tampa transparente;
- Álcool líquido.

### Aulas experimentais:

Nesta etapa o professor deve realizar as aulas experimentais sobre revelação de impressões digitais latentes, através da sublimação do Iodo, grafite em pó, pó padrão e os condimentos: o louro, o *curry* e a canela em diferentes superfícies.

É importante que os alunos manipulem os experimentos.

Para a deposição das impressões digitais naturais, solicitar que os alunos lavem as mãos com água e sabão neutro e sequem para que os resultados não sejam prejudicados pelo uso de cremes ou contato com outras superfícies anteriormente. Aguardar cerca de 30 minutos para que as coletas das impressões digitais sejam coletadas nas superfícies.

A Figura 1 apresenta o método de deposição para coleta de impressões digitais naturais.

**Figura 1: Método de deposição de impressões digitais naturais**



Fonte: Autora (2021).

#### a) Técnica de revelação de impressões digitais através da sublimação do iodo

Para a revelação de impressões digitais através da sublimação do iodo, siga os seguintes passos:

- 1 - Recolha uma impressão digital, numa tira de papel de sulfite;
- 2 - Com cuidado, colocar o papel dentro do pote transparente e por alguns minutos (manter o pote sempre tapado).

3 - A impressão digital aparecerá no papel.

Após o procedimento, deixar os alunos analisarem suas impressões digitais reveladas e explicar quando tocamos com os nossos dedos em alguma superfície, deixamos resíduos de gordura, suor, aminoácidos e proteínas. São esses resíduos que permitem obter as impressões digitais. O iodo é sublimado, passa diretamente do estado sólido para o estado gasoso e os seus vapores vão dissolver-se na gordura deixada pelas impressões digitais. Os resultados obtidos irão mostrar que a gordura da pele, ao dissolver o iodo adquire coloração acastanhada, permitindo ver a impressão digital com algum detalhe.

#### **b) Técnica de revelação de impressões digitais usando grafite em pó**

Para a revelação de impressões digitais através da sublimação do iodo, siga os seguintes passos:

1 - Recolha uma impressão digital, numa tira de papel de sulfite;

2 - Higienize uma lâmina de microscópio de vidro com álcool líquido, e após faça a deposição das impressões digitais;

3 - Com cuidado, depositar lentamente o grafite em pó sobre o papel e o vidro com o auxílio de um pincel com fibra de vidro ou macio (os de maquiagem podem ser usados);

4 - A impressão digital aparecerá no papel e na lâmina de vidro.

Na técnica da revelação de impressões digitais latentes utilizando grafite em pó, após seguir os passos, você perceberá que o grafite em pó se mostra eficiente para a revelação das impressões digitais, tanto no papel quanto no vidro transparente devido às suas moléculas de natureza apolar, capazes de interagirem com substâncias sebáceas presentes nas impressões digitais latentes. Deixe claro isso aos alunos.

#### **c) Técnica de revelação de impressões digitais usando pó padrão**

**Nota: Este procedimento é sugestivo, pois nem sempre as escolas dispõem do pó padrão.**

Para a revelação de impressões digitais através do pó padrão, siga os seguintes passos:

1 - Recolha uma impressão digital, numa tira de papel de sulfite;

2 - Higienize uma lâmina de microscópio de vidro com álcool líquido, e após faça a deposição das impressões digitais;

3 - Colete impressões digitais naturais em pedaços de capa de apostila (plástico escuro e liso)

4 - Com cuidado, depositar lentamente o pó sobre as superfícies com auxílio de um pincel com fibra de vidro ou macio (os de maquiagem podem ser usados);

5 - A impressão digital aparecerá nas superfícies.

Na técnica da revelação de impressões digitais latentes utilizando pó padrão, utilize as superfícies papel branco (sulfite A4), vidro transparente e plástico escuro. O pó padrão aqui sugerido serve para fins de comparação de resultados com a próxima técnica, sendo desenvolvido especialmente para esse fim.

Existe uma infinidade de pós desenvolvidos comercialmente e estes, assim como o grafite, quando interagem nas substâncias presentes nas impressões digitais tornam suas linhas visíveis. Se possível revise a aula teórica sobre os tipos de linhas e compostos contidos nas impressões digitais, além da importância da coloração dos pós reveladores.

#### **d) Técnica de revelação de impressões digitais usando os condimentos, *curry*, louro e canela**

Para a revelação de impressões digitais através do pó padrão, siga os seguintes passos:

1 - Recolha uma impressão digital, numa tira de papel de sulfite;

2 - Colete impressões digitais naturais em pedaços de capa de apostila (plástico escuro e liso)

3 - Com cuidado, deposite lentamente cada condimento em pó sobre as superfícies com auxílio de um pincel com fibra de vidro ou macio (os de maquiagem podem ser usados);

4 - A impressão digital aparecerá nas superfícies.

Neste experimento, as impressões digitais latentes podem ser reveladas utilizando os condimentos: louro, *curry* e canela em pó, nas seguintes superfícies: papel branco (sulfite A4) e plástico escuro. O uso de pós, depende da superfície onde possivelmente se encontra a impressão digital, sendo necessário que haja contraste de cores (GUERREIRO; SAMPAIO, 2019).

Os condimentos se mostraram bons reveladores nas diferentes superfícies utilizadas, quando comparados ao pó padrão, uma vez que seus compostos possuem afinidade química com os componentes presentes nas impressões digitais latentes. Isso ocorre porque as impressões digitais contêm resquícios de suor e gordura, provenientes das glândulas sudoríparas, sebáceas e apócrinas (GUERREIRO; SAMPAIO, 2019).

Cabe salientar que, com esse experimento, é possível trazer ao aluno noções sobre a composição química dos condimentos e das impressões digitais, além ser uma possibilidade de revisar conceitos químicos como interações moleculares, aminoácidos, proteínas e funções orgânicas, estabelecendo conexões entre teoria e prática. As substâncias *curry*, o louro e a canela são de fácil obtenção, apresentam baixo custo, baixa toxicidade, quando comparados aos pós utilizados para revelação de impressões digitais latentes de uso comercial.

Apesar de em alguns casos não ser possível evidenciar a impressão digital totalmente, não se descarta o emprego desses condimentos como alternativas aos métodos convencionais de aplicação de pós, principalmente para fins educacionais.

### **2.1.8 Aula 12: Aplicação do questionário final**

**Duração: 50 minutos (01 período)**

#### **Objetivo:**

Verificar se a Sequência Didática contribuiu para entender o que é a Química e sua relação com o cotidiano, se forneceu alternativas para revisar os conteúdos de funções orgânicas, se houve a compreensão pelos alunos sobre alguns aspectos relacionados com as Ciências Forenses e se gerou interesse pelo tema.

#### **Atividades:**

- a) Aplicação do questionário final.

#### **Recursos utilizados:**

- 1 - Computador ou similar.
- 2 - Folhas para impressão dos questionários.

#### **Desenvolvimento:**

Nesta última aula o professor pode aplicar o questionário final (pós-teste), sugerido no Quadro 4 e após verificar se a Sequência Didática contribuiu para a aprendizagem significativa dos estudantes.

#### Quadro 4: Questionário final após aplicação da Sequência Didática

##### QUESTIONÁRIO FINAL

1) O que é Química?

2) Consegue relacionar a disciplina de Química com o seu cotidiano? No caso de resposta afirmativa, onde?

3) Qual a sua concepção sobre a metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho?

4) Descreva sucintamente o que são as Ciências Forenses.

5) Analisando os ramos das Ciências Forenses a seguir, associe corretamente:

- 1 - Entomologia Forense
- 2 - Antropologia Forense
- 3 - Toxicologia forense
- 4 - Psicologia Forense
- 5 - Psiquiatria Forense
- 6 - Genética Forense
- 7 - Balística Forense
- 8 - Papiloscopia

A - Qualquer substância que pode provocar danos ou produzir alterações no organismo.

B - É o assunto que lida com o diagnóstico, investigação e gestão de doenças mentais e tem a autoridade para prescrever medicamentos

C - É um assunto que lida principalmente com o comportamento humano no que diz respeito às questões jurídicas, não tem autoridade para prescrever medicamentos.

D - É uma área muito extensa que estuda a arma, sua munição e os efeitos decorrentes de tiros, para esclarecer e provar a autoria e materialidade de um crime.

E - É um método técnico-científico de identificação humana por meio de impressões papilares, ou seja, são reproduções dos desenhos encontrados nas papilas dérmicas palmares (mãos) e plantares (pés), sendo as impressões digitais (dedos) as mais difundidas.

F - É a ciência que dedica ao estudo dos insetos como ferramenta auxiliar da investigação criminal.

G - É muito utilizada na criminalística para o confronto de vestígios biológicos de indivíduos envolvidos em um crime.

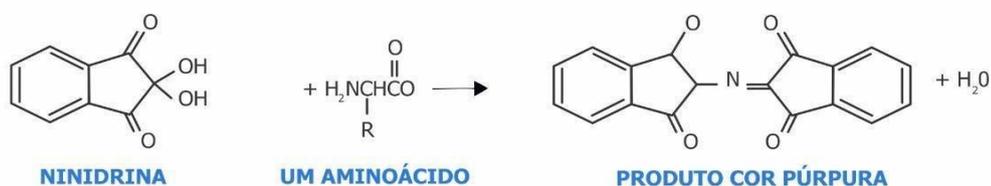
H - Verifica aspectos da investigação médico-legal relacionada com a morte, nomeadamente quando o cadáver do indivíduo se encontra em avançado estado de decomposição ou esqueletizados.

A associação CORRETA é:

- a) 1H, 2B, 3A, 4C, 5D, 6F, 7G, 8E
- b) 1B, 2D, 3C, 4E, 5F, 6H, 7G, 8A
- c) 1G, 2C, 3B, 4D, 5E, 6F, 7H, 8A
- d) 1C, 2H, 3D, 4A, 5G, 6E, 7F, 8B
- e) 1F, 2H, 3A, 4C, 5B, 6G, 7D, 8E

6) As impressões digitais são desenhos que se formam quando as papilas, presentes nas pontas dos dedos tocam uma superfície. Nesse contato, ocorre depósito de vestígios papilares visíveis ou ocultos. Existem reagentes que podem ser usados para tornar visíveis vestígios papilares ocultos. Uma substância bastante utilizada nesse caso é a ninidrina, que reage com um dos componentes do suor formando um produto colorido.

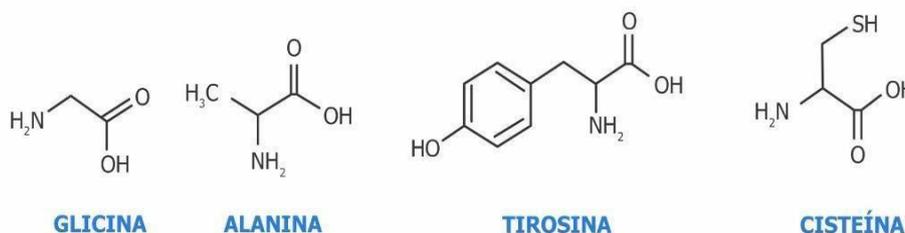
A equação Química pode ser observada abaixo:



O composto Ninidrina apresenta as funções orgânicas:

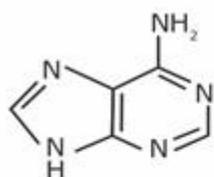
- álcool e amida.
- álcool e cetona.
- álcool e aldeído.
- amina e ácido carboxílico
- amida e ácido carboxílico

7) Os Aminoácidos são moléculas orgânicas que possuem, pelo menos, um grupo amina -  $\text{NH}_2$  e um grupo carboxila -  $\text{COOH}$  em sua estrutura. Os aminoácidos são utilizados na síntese de proteínas, as quais constituem músculos, tendões, cartilagens, tecido conjuntivo, unhas e cabelos, além de alguns hormônios. Indique a função orgânica **não encontrada** nos aminoácidos abaixo:

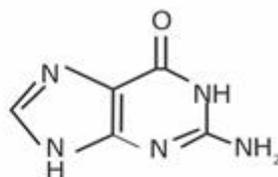


- Éter
- Amina
- Ácido Carboxílico
- Composto Sulfurado
- Fenol

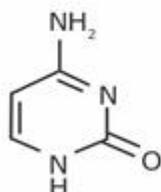
8) O DNA (Ácido Desoxirribonucléico) é composto por milhões de nucleotídeos ligados uns aos outros. Separadamente, nucleotídeos são bastante simples, consistindo de três partes diferentes: Base nitrogenada (Adenina, Timina, Guanina e Citosina), Desoxirribose (um açúcar por cinco carbonos) e um grupamento fosfato.



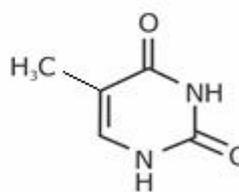
ADENINA (A)



GUANINA (G)



CITOSINA (C)

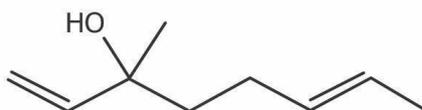


TIMINA (T)

A função orgânica comum nas Bases Nitrogenadas (Adenina, Timina, Guanina e Citosina) é:

- Álcool
- Amina
- Ácido Carboxílico
- Éter
- Fenol

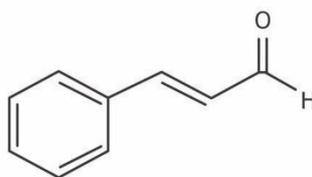
9) Na revelação de impressões digitais ocultas foram usados alguns temperos, como: louro, canela e *curry*. A folha de louro contém um composto chamado linalol. Um estudo da *American Association of Nurse Anesthetists* descobriu que linalol diminui a ansiedade e aumenta a interação social. Sobre a estrutura do linalol abaixo, indique a função orgânica observada.



LINALOL

- Amina
- Álcool
- Ácido Carboxílico
- Éter
- Fenol

10) A canela é uma especiaria que é extraída da árvore caneleira *Cinnamomum zeylacum* que significa madeira doce. É proveniente do Sri Lanka (antigo Ceilão) e bastante cultivada na Índia, sendo comercializada em pau e pó. A molécula que é responsável pelo aroma característico da canela é designada por cinamaldeído, constituindo cerca de 90% do óleo essencial.

**CINALMADEÍDO**

Sobre a molécula do cinamaldeído, indique a função orgânica presente.

- a) Amina
- b) Álcool
- c) Aldeído
- d) Éter
- e) Fenol

11) Você consegue relacionar conteúdos de Química com as Ciências Forenses?

12) Para que servem as impressões digitais?

13) Avalie as aulas trabalhadas sobre Ciências Forenses.

**Fonte:** Autora (2021).

#### GABARITO QUESTIONÁRIO FINAL

- 1. Resposta pessoal
- 2. Resposta pessoal
- 3. Resposta pessoal
- 4. Resposta pessoal
- 5. E
- 6. B
- 7. A
- 8. B
- 9. B
- 10. C
- 11. Resposta pessoal
- 12. Resposta pessoal
- 13. Resposta pessoal

**Fonte:** Autora (2021).

## REFERÊNCIAS

GUERREIRO, Inaiá Lopes; DE GOES SAMPAIO, Caroline. Papiloscopia forense e revelação de impressões digitais na cena de um crime: uma ferramenta para o ensino de Química com enfoque CTS. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 9, p. 01-16, 2019.

KOKETSU, M., GONÇALVES, S.L.; GODOY, R.L.O. **The bark and leaf essential oils of cinnamom (Cinnamomum verum Presl) grown at Paraná, Brazil**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 17(3): 281-285, 1997.

LIMA, M.P.; ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; SILVA, T.M.D.; FERNANDES, C.S. **Constituintes voláteis das folhas e dos galhos de Cinnamomum zeylanicum Blume (Lauraceae)**. Acta Amaz. Manaus, 35(3): 363-366, 2005.

MORÁN, J. M. O vídeo na sala de aula. Comunicação & Educação, [S. l.], n. 2, p. 27-35, 1995. DOI: 10.11606/issn.2316-9125.v0i2p27-35. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/36131>. Acesso em: 22 nov. 2021.

NICOLODI, Caroline *et al.* Aplicação De Condimentos Na Revelação De Impressões Digitais Latentes: Um Experimento No Ensino De Química. **Química Nova**, v. 42, p. 962-970, 2019

PANIZZA, S. **Plantas que curam**. São Paulo, SP: IBRASA, 28 ed., 1997, 279 p:il.

SONY, D.; LATHEEF, L.; KAMATH, K.; KHALED, M.; WILKINS, J.; KOCHIKUZHYIL, B. M.; BALIGA, M. S.; **Polyphenols in Human Health and Disease**, vol. 1, Academic Press: Waltham, 2

SUETH-SANTIAGO V; MENDES-SILVA, P G; FREIRE DE LIMA E M; DECOTÉ-RICARDO, D. **Curcumina, o pó dourado do açafrão-da-terra: Introspecções sobre Química e atividades biológicas**. Química Nova vol.38 n.4 São Paulo, maio 2015.