



PROGRAMA DE
PÓS GRADUAÇÃO
EM ENSINO
DE CIÊNCIAS



ESTADO DE RORAIMA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS



FRANCISCO JAMES OLIVEIRA SILVA

**A PERÍCIA PAPILOSCÓPICA COMO ALTERNATIVA PARA O ENSINO
DE PRINCÍPIOS QUÍMICOS EM RORAIMA**

Orientadora: DSc. Ivanise Maria Rizzatti

BOA VISTA - RR
2016

FRANCISCO JAMES OLIVEIRA SILVA

**A PERÍCIA PAPILOSCÓPICA COMO ALTERNATIVA PARA O ENSINO
DE PRINCÍPIOS QUÍMICOS EM RORAIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Ensino de Ciências do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: DSc. Ivanise Maria Rizzatti

BOA VISTA - RR
2016

Copyright © 2016 by Francisco James Oliveira Silva

Todos os direitos reservados. Está autorizada a reprodução total ou parcial deste trabalho, desde que seja informada a **fonte**.

Universidade Estadual de Roraima – UERR
Coordenação do Sistema de Bibliotecas
Multiteca Central
Rua Sete de Setembro, 231 Bloco – F Bairro Canarinho
CEP: 69.306-530 Boa Vista - RR
Telefone: (95) 2121.0946
E-mail: biblioteca@uerr.edu.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586p	<p>SILVA, Francisco James Oliveira. A perícia papiloscópica como alternativa para o ensino de princípios químicos em Roraima. / Francisco James Oliveira Silva. – Boa Vista (RR) : UERR, 2016. 102f. il. Color. 30 cm.</p> <p>Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências, sob a orientação do Prof^a. DSc. Ivanise Maria Rizzatti.</p> <p>Inclui apêndice. Inclui bibliografia.</p> <p>1. Ciência química – Ensino e aprendizagem 2. Divulgação da ciência química 3. Perícia papiloscópica 4. Perícia criminal 5. Impressões digitais I. Rizzatti, Ivanise Maria (orient.) II. Universidade Estadual de Roraima – UERR III. Título</p> <p>UERR.Dis.Mes.Ens.Cie.2016.05 CDD – 540.36325 (19. ed.)</p>
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Sônia Raimunda de Freitas Gaspar – CRB-11/273

FOLHA DE APROVAÇÃO

FRANCISCO JAMES OLIVEIRA SILVA

Dissertação apresentada ao
Mestrado Profissional em
Ensino de Ciências da
Universidade Estadual de
Roraima, como parte dos
requisitos para obtenção do
título de Mestre em Ensino de
Ciências.

Aprovado em:

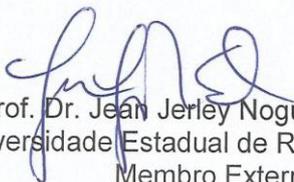
Banca Examinadora



Prof.ª Dr.ª Ivanise Maria Rizzatti
Universidade Estadual de Roraima – UERR
Orientadora



Prof.ª Dr.ª Régia Chacon Pessoa de Lima
Universidade Estadual de Roraima – UERR
Membro Interno



Prof. Dr. Jean Jerley Nogueira da Silva
Universidade Estadual de Roraima - UERR
Membro Externo

Boa Vista – RR

2016

RESUMO

Hoje há uma grande variedade de livros e séries de tevê que abordam a temática da perícia papiloscópica em locais de crimes, e apesar de nem sempre estarem totalmente comprometidos com o rigor do conhecimento científico, atraem a curiosidade de um grande número de pessoas, sobretudo dos jovens em idade escolar. Perícia papiloscópica é a área específica da perícia criminal que se destina a descobrir a verdadeira identidade das pessoas através da análise de suas impressões digitais. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo analisar os princípios químicos presentes nos materiais e métodos presentes na perícia papiloscópica, e por meio da transposição didática, transformá-la em alternativa para o ensino da ciência química em Roraima. Para tanto, foi realizada a montagem e apresentação de um estande de divulgação da proposta na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia no ano de 2015 e também foram realizadas aulas expositivas, com a temática da perícia papiloscópica, em cinco escolas de ensino médio da rede estadual de ensino da capital e do interior do estado de Roraima. Foi realizada a avaliação de forma qualitativa da aplicação dessa proposta utilizando-se coleta de dados através da aplicação de questionários e observações diretas realizadas tanto na exposição no referido evento quanto nas escolas visitadas. A proposta da exposição mostrou a importância destas ações para a divulgação da ciência e a aproximação da universidade com a realidade escolar. Ademais, a proposta se apresentou como uma eficiente ferramenta para auxiliar na divulgação da perícia papiloscópica e da química, bem como, tornar o ensino de química mais atraente e estimulante.

Palavras-Chave: *Divulgação da ciência química, Transposição didática, Perícia Papiloscópica, Ensino.*

ABSTRACT

Today there is a wide variety of books and TV series that address the theme of papiloscópica expertise in local crimes, and despite not always being fully committed to the rigor of scientific knowledge, attract the curiosity of a large number of people, especially the schoolchildren. papiloscópica expertise is the specific area of criminal expertise that is intended to discover the true identity of people by analyzing their fingerprints. Thus, this study aimed to analyze the chemical ingredients present in the materials and methods present in papiloscópica expertise, and through didactic transposition, turn it into an alternative to the teaching of chemistry science in Roraima. Thus, it was held the assembly and presentation of a proposed disclosure booth at the National Week of Science and Technology in 2015 and were also held lectures with the theme of papiloscópica expertise in five high schools of the state teaching the capital and the state of Roraima. evaluating qualitatively the application of this proposal using data collection through the application of questionnaires and direct observations both on display at the event as the visited schools was held. The exhibition of the proposal showed the importance of these actions for the dissemination of science and the approach of the university with the school reality. Moreover, the proposal is presented as an effective tool to assist in the dissemination of papiloscópica expertise and chemistry, as well as make it more attractive and stimulating teaching chemistry.

Keywords: Disclosure of chemical science, didactic transposition, Papiloscópica Expertise, Education.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Marcas rupestres encontradas em cavernas pré-históricas	13
FIGURA 2- Feto no sexto mês de vida já com papilas em formação.....	16
FIGURA 3- Papilas epidérmicas em mão de adulto.....	17
FIGURA 4- Classificações primárias para uma impressão digital.....	18
FIGURA 5- Sistema de linhas de uma impressão digital.....	19
FIGURA 6- Principais pontos característicos de uma impressão digital.....	19
FIGURA 7- Sistema antropométrico desenvolvido por Alphonse Bertillon.....	20
FIGURA 8- Técnica tradicional para coleta de impressões digitais.....	22
FIGURA 9- Coleta de uma impressão digital através de um escâner.....	23
FIGURA 10- Forma de armazenamento de uma impressão digital.....	24
FIGURA 11- Procedimentos para uma identificação positiva após um crime	26
FIGURA 12- Reação química causadora do odor cadavérico.....	29
FIGURA 13- Glicerina líquida usada na reidratação da pele.....	32
FIGURA 14- Aplicação de pó para revelação de impressões digitais.....	40
FIGURA 15- Disposição espacial dos átomos do BF_3 de forma plana.....	41
FIGURA 16- Cristais de iodo usados para revelação de impressões.....	46
FIGURA 17- Representação da molécula da ninidrina.....	52
FIGURA 18- Aplicação do cianoacrilato na forma líquida.....	53
FIGURA 19- Reação produzida pelo nitrato de prata.....	63
FIGURA 20- Painel exposto no estande de divulgação científica.....	79
FIGURA 21- Os 15 municípios do estado de Roraima e respectivas áreas..	81
FIGURA 22- Banner e maleta de perícia utilizados para demonstração.....	84
FIGURA 23- Exposição do estande na SNCT-2015 na UERR.....	91
FIGURA 24- Aula temática na escola Maria das Dores Brasil.....	98
FIGURA 25- Aula temática na escola Professor Carlo Casadio.....	100
FIGURA 26- Aula temática na escola Carlos Drummond de Andrade.....	101
FIGURA 27- Aula temática na escola José Aureliano da Costa.....	102
FIGURA 28- Kit de perícia papiloscópica feito com materiais alternativos....	108
FIGURA 29- Sequência para revelação e coleta de impressões suspeitas...	110
FIGURA 30- Sequência para coleta de impressões digitais padrão.....	111
FIGURA 31- Confronto entre as impressões digitais suspeitas e padrão.....	111

LISTA DE ABREVIATURAS

AFIS: *Automated Fingerprint Identification System* (Sistema automatizado de identificação de Impressão Digital)

AM: *Ante Mortem* (Antes da morte)

DNA: Ácido desoxirribonucleico

EPI: Equipamento de Proteção Individual

EPI: Equipamento de Proteção Individual

FD: Fórmula Datiloscópica

ID: Impressão Digital

IDL: Impressão Digital Latente

LT: *Latent* (Pesquisa de impressões latentes)

PIC: Pedido de Identificação Criminal

PM: *Post Mortem* (Depois da morte)

PPGEC: Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências

RG: Registro Geral

TP: *Ten Print* (Pesquisa de impressões decadactilares)

UERR: Universidade Estadual de Roraima

UL: *Unsolved Latent* (Pesquisa de latentes não resolvidas)

UV: Ultravioleta

TABELAS E GRÁFICOS

TABELA 1- Composição química do suor humano.....	34
TABELA 2- Composição química dos pós para revelação de impressões digitais latentes.....	42
TABELA 3- Principais funções químicas.....	51
GRÁFICO 1- Resultados para a pergunta: Você gostou do estande e da proposta apresentada para divulgação da ciência química?.....	92
GRÁFICO 2- Resultados para a pergunta: Você já tinha conhecimento sobre os materiais e técnicas apresentadas no estande?.....	93
GRÁFICO 3- Resultados para a pergunta: O que mais chamou sua atenção no estande?.....	94
GRÁFICO 4- Resultados para a pergunta: Você acha possível utilizar os princípios químicos apresentados para ajudar no ensino da química?.....	95
GRÁFICO 5- Resultados da 1ª pergunta do questionário aplicado nas escolas visitadas.....	103
GRÁFICO 6- Resultados da 2ª pergunta do questionário aplicado nas escolas visitadas.....	104
GRÁFICO 7- Resultados da 3ª pergunta do questionário aplicado nas escolas visitadas.....	105

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
1.1 - Perícia Papiloscópica: Um breve histórico.....	13
1.2 - A formação das impressões digitais.....	16
1.3 - O surgimento da papiloscopia.....	20
1.4 - Aplicabilidade prática da perícia papiloscópica.....	22
1.5 - Perícia necropapiloscópica.....	25
1.6 - Os princípios químicos presentes na perícia papiloscópica.....	33
1.7 - A perícia papiloscópica como instrumento pedagógico no ensino e divulgação da química.....	64
1.8 - Transposição didática do conhecimento.....	69
1.9 - Construindo uma linguagem de educação não formal.....	71
CAPÍTULO 2: METODOLOGIA	74
2.1 - Realização da pesquisa.....	75
2.2 - Montagem e exposição do estande na SNCT - 2015.....	77
2.3 - Apresentação da exposição interativa nas escolas do estado.....	81
2.4 - Avaliação.....	85
2.4.1 - Avaliação da exposição na SNCT - 2015.....	87
2.4.2 - Avaliação da exposição nas escolas do estado.....	88
CAPÍTULO 3: RESULTADOS E DISCUSÕES	90
3.1 - Resultados da exposição na SNCT - 2015.....	90
3.2 - Resultados da exposição nas escolas do estado.....	96
PRODUTO	108
CONSIDERAÇÕES FINAIS	113
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
APÊNDICES	120

INTRODUÇÃO

A sociedade tem discutido a relação do desenvolvimento científico versus desenvolvimento humano e a ética do fazer científico. Numa sociedade caracterizada pelo fácil acesso a informação, a imprensa de divulgação científica, e também outros veículos de comunicação de massa como o cinema, a televisão entre outras, têm incentivado essas discussões. Mais que espaço de entretenimento, informação e debate, esses meios são também um canal de educação informal, atingindo um público mais amplo do que os bancos escolares.

Nesse cenário de inovação e debates, a mídia tem sido importante canal de discussão sobre as potencialidades da ciência na educação. Considerando sua importância, enquanto meio de educação informal, entende-se ser importante estudar a forma como se dá o processo educativo com a contribuição de novas linguagens.

Um dos obstáculos para compreensão da importância da química é a pouca relação entre o que as pessoas fazem e o que vivenciam no cotidiano com os princípios básicos desta ciência. Observa-se que até mesmo alguns alunos do ensino médio são afetados pela baixa motivação e encontram grandes dificuldades em identificar, dentro dos currículos propostos, algo voltado para suas expectativas e que seja palpável ao seu cotidiano. A motivação e a atenção necessária para provocar maior interesse dos alunos no estudo da química podem acontecer quando se demonstra a aplicabilidade prática do que se está estudando.

Ao atuar como professor de química e como perito papiloscopista no estado de Roraima, acreditei ser possível unir as experiências profissionais adquiridas no exercício das duas profissões. Dessa forma, esse trabalho de pesquisa realizado durante o curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, do Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Roraima - PPGEC/UERR tem como base a proposta de relacionar os conhecimentos dessas duas áreas.

A opção por essa área específica da perícia criminal deu-se por conta de sua relevância social e facilidade de aplicação prática, já que a identificação positiva realizada através da perícia papiloscópica estabelece valiosas informações, com segurança e baixo custo, para fins médico-legais, criminais, e judiciários. Os arquivos datiloscópicos evitam que muitos seres humanos sejam sepultados como indigentes ou pessoas inocentes sejam presas e culpados fiquem soltos.

Durante a elaboração da pesquisa, pensei na possibilidade da construção de um objeto de incentivo e exemplificação prática para o ensino e divulgação do conhecimento em química voltado para o público em geral e, sobretudo, aos jovens em idade escolar. Sabendo das dificuldades enfrentadas pelos alunos com os conteúdos de química, a perícia papiloscópica pode ser uma aliada e ajudar a fixar conceitos e manter a curiosidade e a motivação necessária ao aprendizado da química.

O principal papel da perícia papiloscópica é, através da ciência, encontrar os vestígios deixados no local de um crime e transformá-los em provas. A perícia papiloscópica é destinada a descobrir a verdadeira identidade das pessoas por meio das impressões digitais. Essa é considerada uma forma eficiente de individualização humana e anula a prova testemunhal e os falhos reconhecimentos por outros processos. Mas, observando a perícia papiloscópica pelo lado didático-educacional pode-se verificar um forte caráter interdisciplinar, uma vez que essa área da perícia utiliza um grande número de conhecimentos e princípios de variadas áreas da ciência, entre elas: Biologia, Química, e Informática. Esta pesquisa buscará destacar e analisar com maior atenção os aspectos químicos encontrados.

O problema central desse trabalho é voltado para o ensino e divulgação do conhecimento em química, e buscará responder à seguinte questão:

É possível provocar a curiosidade e o interesse dos alunos através dos materiais e técnicas utilizados pela perícia papiloscópica possibilitando a assimilação de princípios químicos?

Foi pensado na melhor maneira possível para mobilizar a atenção dos alunos e provocar o aprendizado científico por meio da perícia papiloscópica. Com tudo, não foi o objetivo dessa proposta limitar esses conhecimentos apenas a estudantes e tão pouco à sala de aula. A ideia é que ela ocorreria em

ambiente escolar, e também em outros locais, para atingir alunos de todas as idades, professores e a comunidade em geral.

Assim, esta proposta tem como objetivo geral:

► Observar os princípios químicos presentes nos materiais e métodos utilizados pela perícia papiloscópica e demonstrar o emprego prático destes conhecimentos como alternativa para o ensino e divulgação de princípios químicos no estado de Roraima.

E como objetivos específicos:

► Apresentar, através da exposição de um estande de divulgação científica e da aplicação de aulas demonstrativas o que é a perícia papiloscópica;

► Expor os princípios químicos presentes em cinco técnicas utilizadas mundialmente para revelação de impressões digitais latentes;

► Demonstrar para estudantes e comunidade em geral a possibilidade de ensino e divulgação de princípios químicos através dessa abordagem;

► Verificar, através de aplicação de questionário e de observação direta, o potencial da perícia papiloscópica como instrumento pedagógico para a transposição didática do conhecimento em química.

► Propor, como produto educacional, um kit de perícia papiloscópica feito com materiais alternativos e um manual pedagógico de utilização, para ser usado no ensino de química.

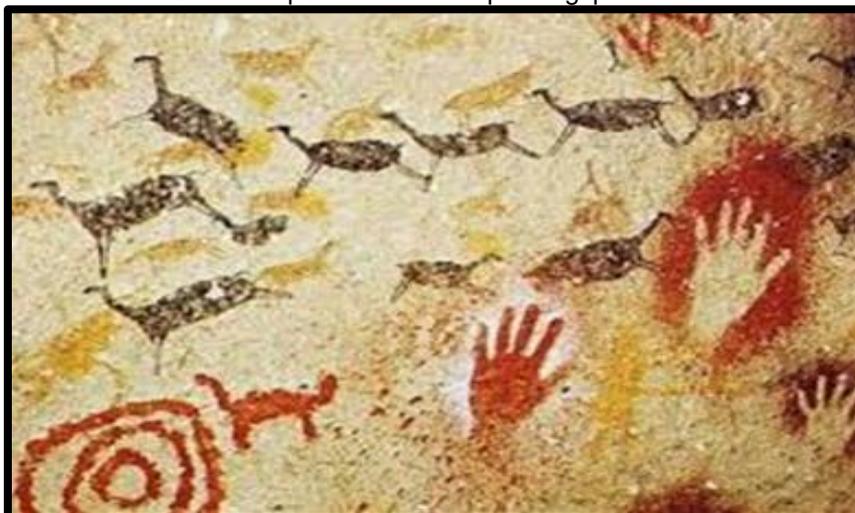
CAPITULO 1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1- Perícia Papiloscópica: Um breve histórico

Para aplicação dessa proposta de observação dos princípios químicos presentes no trabalho da perícia papiloscópica como uma “linguagem não formal” no processo de ensino e divulgação de princípios químicos, faz-se necessário uma explicação sobre o que é a perícia papiloscópica e para que serve. Assim, será apresentada uma breve revisão histórica, possibilitando melhor compreensão dos fundamentos científicos que a sustentaram ao longo do tempo até sua definitiva firmação como uma técnica reconhecida, confiável e adotada em todo o mundo para a individualização de pessoas.

De acordo com Araújo (2000), a preocupação do homem com a sua individualização e a busca pela sua identidade remonta ao início dos tempos com o surgimento do próprio homem, fundamentado principalmente na necessidade de sua auto compreensão. Já nos tempos da pré-história (aproximadamente 40 mil anos atrás), os homens das cavernas costumavam marcar suas casas e seus objetos com as marcas de suas mãos, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Marcas rupestres encontradas em cavernas pré-históricas
FONTE: <http://arteehistoriaepci.blogspot.com.br>



Mesmo que nesse período da história não pareça existir ainda nenhuma evidência de sistematização organizada ou qualquer outra forma constituída de identidade, mas já demonstrava a necessidade do homem em determinar sua individualidade e garantir sua propriedade (KEHDY, 2003).

Segundo Figini (2003) no antigo Egito, impressões digitais foram encontradas em múmias de cerca de 4.000 anos e uma pequena porção de impressão palmar achado em barro ressequido, em um sítio paleolítico próximo ao Rio Nilo, com cerca de 10.000 anos. Na Índia pré-histórica, desenhos de mãos, com padrões de estrias, foram encontrados em um penhasco, na localidade de Nova Escócia. Já na antiga Babilônia, no reinado de Hamurabi (de 1955 a 1913 a. C.), assim como em outras partes do mundo antigo, os contratos eram selados com os dedos, e no século quatorze antes de Cristo, impressões digitais foram encontradas em papéis oficiais do governo da Pérsia.

França (2004), buscando demonstrar que a papiloscopia é de fato o mais seguro, prático, simples e barato meio de individualização do ser humano, elaborou uma lista com várias formas de individualização testadas pela humanidade ao longo dos tempos, aqui estão algumas: Ferrete: Processo usado na Grécia Antiga, na Roma Imperial ou na Índia Mística, consistia em marcar as pessoas com ferro em brasa em algumas partes do corpo, como na frente, espáduas e coxas, de forma a punir e identificar. Para cada infração cometida, usava-se uma letra correspondente; Mutilação: Usada concomitantemente ao ferrete, identificava delinquentes. Baseava-se na amputação de orelhas, narinas, mãos, dedos, língua e até a castração; Tatuagem: Proposta em 1832 como processo de identificação, portanto aplicável indistintamente a todas as pessoas, como primeira tentativa de identificação civil, sendo rejeitada. Foi empregada em diversos países para identificar criminosos e também nos campos de concentração nazistas; Assinalamento Sucinto ou Sumário: É a anotação de estatura, raça, compleição física, idade, cor dos olhos e cabelos. É usado ainda hoje; Fotografia: Ainda muito utilizada, trazendo alguns inconvenientes como a possibilidade de modificações decorrentes da idade ou ocorrência de sócias; Retrato Falado: Sistema onde se aproveitam minúcias reveladas por pessoas. Com o relato das testemunhas, em certas ocasiões, chega-se próximo ao real. Hoje, o computador pode auxiliar neste processo através de programas especiais;

Sistema Antropométrico de Bertillon: Reconhecido como o primeiro método científico de identificação. Baseava-se em dados antropométricos, em descrição e sinais individuais. Serviu de base para os atuais processos científicos da identificação Civil e Criminal; Identificação Otométrica de Frigério: Lançado em 1888, baseava-se na imutabilidade e pluralidade de forma dos pavilhões auriculares; Identificação Odontológica de Amoedo: É a identificação dentária, levando-se em conta a forma da arcada dentária e os intervalos entre os dentes; Sistema Oftalmológico de Levinsohn: Consiste na identificação por meio da fotografia do fundo do olho e de suas variabilidades produzidas pelo nervo ótico; Sistema Radiológico de Levinsohn: Tem seu substrato na radiografia do metacarpo e do metatarso. Somente em adultos tinha eficácia; Processo Flebográfico de Arigo Tamássia: Lançado em Pádua, Itália, baseava-se na imutabilidade individual e nas múltiplas ramificações venosas do dorso da mão, através de fotografias. Seu inconveniente é a não aplicabilidade em indivíduos de raça negra, mestiça, e brancos portadores de hipertrofia da pele; Sistema Palmar de Stocles e Wilol: Baseia-se no registro dos delineamentos dos sulcos palmares; Processo Onfalográfico de Bert e Viamay: Adotava a variabilidade formal da cicatriz umbilical; Sistema Poroscópico de Edmond Locard: Baseado na individualização e imutabilidade dos poros que se abrem na pele partindo das glândulas sudoríparas; Entre outras.

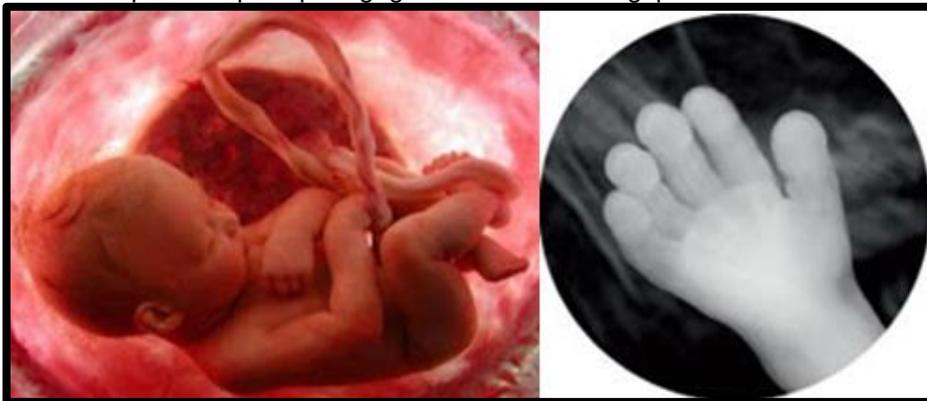
Por fim, não poderia deixar de citar a importância do que hoje chamamos apenas de “biometria” (tecnologias que utilizam partes do corpo como meio de identificação), ela agrega vários aspectos dos métodos descritos anteriormente, e faz de cada pessoa sua própria senha. Mais que um sistema que proporciona segurança e rapidez para quem utiliza, é um mecanismo que dificulta a fraude, já que é uma ciência de identificação baseada na medição precisa de traços biológicos.

Atualmente, existem aparelhos biométricos que realizam a identificação de características humanas por meio de escaneamento da impressão digital, reconhecimento da íris e voz, verificação da assinatura e geometria das mãos. Tais aparelhos já são encontrados em ambientes que necessitam de alta segurança no controle de acesso físico, mas o controle de acesso virtual também já está aderindo ao sistema (PINHEIRO, 2008).

1.2 - A formação das impressões digitais

Papiloscopia é a ciência que trata da identificação humana por meio das marcas deixadas pelas papilas dérmicas, sejam elas digitais (polpa dos dedos das mãos), palmares (palma da mão) ou plantares (planta do pé). As papilas dérmicas são pequenas saliências de natureza neurovascular que se encontram situadas na parte superficial da derme, sendo seus ápices reproduzidos pelos relevos que se apresentam na epiderme (França, 2004).

Figura 2 - Feto no sexto mês de vida já com papilas em formação.
FONTE: <http://neuropsicopedagogianasaladeaula.blogspot.com.br>



As papilas epidérmicas foram descobertas por Marcelo Malpighi em 1664 e são divididas em vasculares e nervosas; As primeiras são vasos sanguíneos, as últimas, os corpúsculos do tato. Na prática são as papilas epidérmicas denominadas de elevações cônicas, altos relevos ou cristas papilares (França, 2004).

A digital é formada nas mãos e pés quando ainda se está na barriga da mãe no sexto mês de gestação, conforme é possível ver na figura 2, e só desaparece após a morte, quando o corpo entra em estado bastante avançado de decomposição.

Acredita-se que esses sinais tenham surgido durante a evolução do homem, como antiderrapante, para auxiliar a agarrar objetos e presas. À medida que ele foi evoluindo, essa característica tornou-se mais discreta, até ficar na forma que temos hoje.

A palavra “Papiloscopia” é resultante de um hibridismo greco-latino (*Papilla* = papila; e *Skopein* = estudar) e ainda deriva da palavra “Datiloscopia”, que é a união dos vocábulo gregos: *Daktilos* = dedo e *Skopein* = estudar (DULTRA, 2004).

A Figura 3 mostra os detalhes das papilas dérmicas presentes na mão de uma pessoa adulta. Onde é possível perceber as irregularidades da pele e as formações definidas das papilas dérmicas de fricção (DULTRA, 2004).

Figura 3 - Papilas epidérmicas em mão de adulto.

FONTE: <http://blogspot.com.br/nossas-digitais-sao-unicas-e-conservam.html>

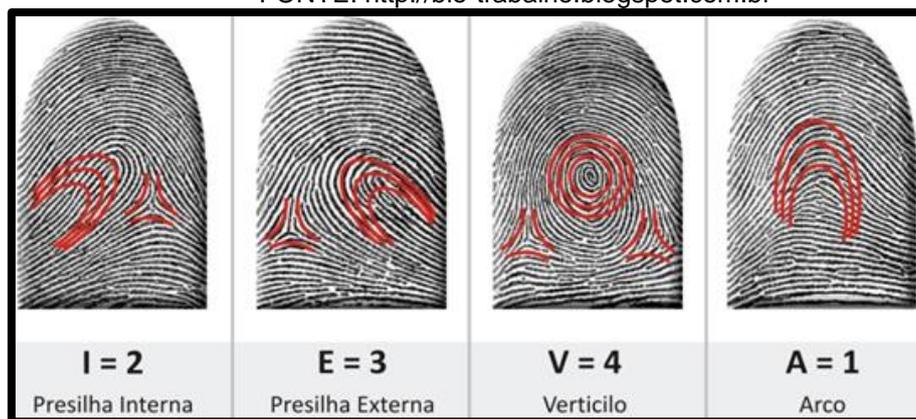


Para haver uma Fórmula Datiloscópica (FD), levam-se em consideração quatro tipos fundamentais de impressões: Arco, é a impressão sem delta, formada por linhas que atravessam de um lado a outro o campo digital, são linhas mais ou menos paralelas e não formam o sistema nuclear. É identificada pelo número 1; 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. É identificada pelo número 2; Presilha externa, nesta o delta está à esquerda do observador, fazendo o desenho de laçadas que partem da direita, ao inverso da presilha interna. É identificada pelo número 3; Verticilo, é a impressão que apresenta dois deltas. As linhas partem dos deltas para o núcleo, formando círculos de formas e direções variadas, determinando assim as subclassificações, identificada pelo número 4 (IIDF/DPF, 2005).

As incontáveis variações de cada datilograma geram subtipos e subclassificações muito importantes, já que são essas variações que permitem

o desdobramento das individuais de mesma fórmula, possibilitando a organização dos arquivos. Entretanto, não poderão ser abordadas aqui todas essas variações possíveis, sob o risco de perder o foco principal dessa abordagem. A Figura 4 apresenta apenas as quatro principais classificações possíveis para uma impressão digital.

Figura 4 - Classificações primárias para uma impressão digital.
 FONTE: <http://bio-trabalho.blogspot.com.br>

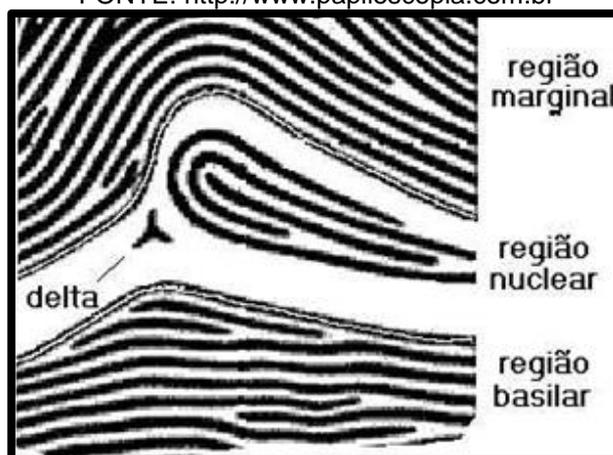


Barberá (1998), afirma que como há certa confusão quanto ao emprego das definições “desenho digital” e “impressão digital”, é necessário esclarecer a diferença: Desenho digital é a figura formada na polpa da falange dos dedos, composta pelo conjunto das cristas e sulcos papilares; Impressão Digital é como se determina a reprodução do Desenho Digital em um suporte qualquer (papel, vidro, metal etc.) mediante contato direto. As impressões digitais podem ser Visíveis (vistas sem necessidade de revelador) ou Latentes (só observáveis com uso reagentes reveladores).

Depois de reveladas, as cristas papilares produzem linhas escuras e os sulcos inter-papilares geram as linhas brancas. Numa impressão digital, podem-se observar três sistemas de linhas distintos que são utilizados para a correta interpretação do datilograma. Os sistemas de linhas são delimitados pelas Linhas Diretrizes. As linhas diretrizes são aquelas mais internas que seguem paralelas, desviam-se e envolvem o sistema nuclear. O delta é a formação triangular das linhas diretrizes, deixando um espaço vazio, sendo fundamental na classificação da impressão que a contém (IIDF/DPF, 2005).

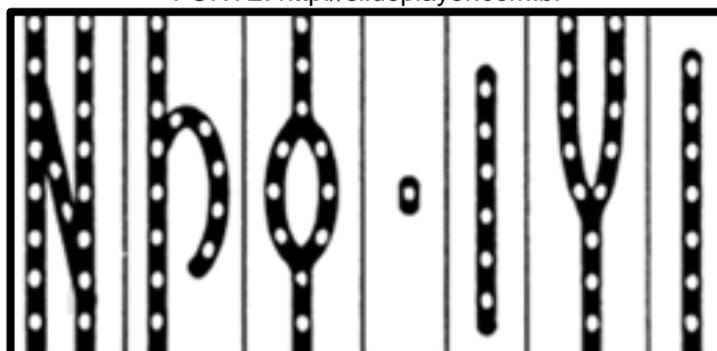
No sistema de linhas, mostrado na figura 5, identifica-se: Sistema Basilar, formado pelas linhas existentes entre a prega inter-falangeana e a linha diretriz basilar; Sistema Nuclear, formado pelas linhas diretrizes e Sistema Marginal, formado pelas linhas externas à linha diretriz marginal.

Figura 5 - Sistema de linhas de uma impressão digital.
FONTE: <http://www.papiloscopia.com.br>



Em uma ID, conforme observado na figura 6, existem vários pontos característicos, que são pequenos acidentes morfológicos encontrados durante o confronto de uma impressão com outra. São necessários doze pontos característicos idênticos e coincidentes para que a prova científica e jurídica tenha validade. Além do sistema de linhas e pontos característicos, os poros também são observados. Esses são orifícios do canal produzido pelas glândulas sudoríparas.

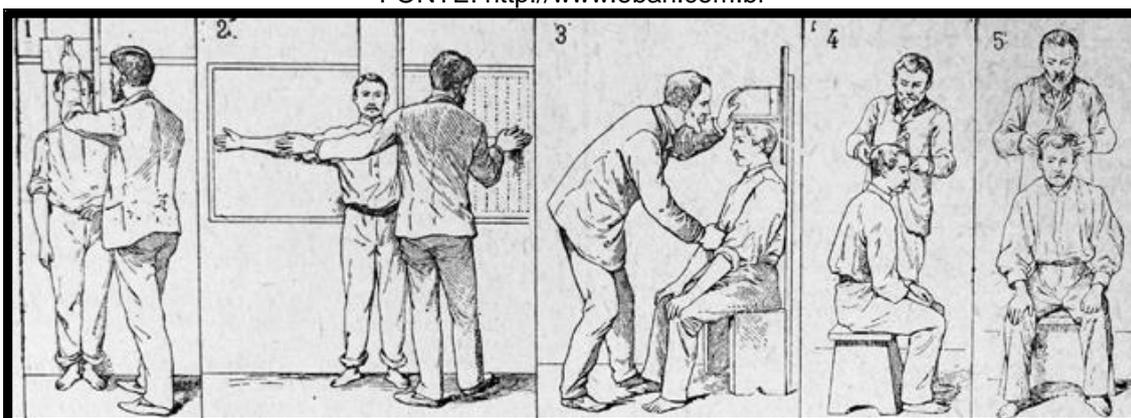
Figura 6 - Principais pontos característicos de uma impressão digital.
FONTE: <http://slideplayer.com.br>



1.3 - O surgimento da papiloscopia

Em 1879, Alphonse Bertillon, baseado na tese de Quetelet, que em meados de 1840 postulou não haver duas pessoas diferentes com a mesma altura, e em conhecimentos de antropologia, estabeleceu o seu “Sistema Antropométrico”. Cujos métodos baseavam-se na invariabilidade do esqueleto de adultos, impossibilidade de achar dois humanos com ossos iguais e a facilidade com que medidas poderiam ser tomadas para servir de padrão para a identificação humana. A figura 7 ilustra algumas das etapas do processo de identificação desenvolvidas nesse sistema (FRANÇA, 2004).

Figura 7 - Sistema antropométrico desenvolvido por Alphonse Bertillon.
FONTE: <http://www.ebah.com.br>



Ainda conforme França (2004), Francis Galton, um antropólogo inglês e primo de Charles Darwin, em seu livro chamado *Finger Prints* publicado em 1882, sustentou que as impressões digitais permaneciam inalteradas durante o tempo de vida de um indivíduo, mencionou as minúsculas estrias. Posteriormente conhecidos como “pontos característicos”, através dos quais as impressões digitais podiam ser identificadas além de afirmar que a probabilidade de ocorrência de duas impressões digitais iguais era de 1 em 64 bilhões.

Edmond Locard, em 1914, estabeleceu o número mínimo de pontos característicos necessários para uma perfeita identificação. Segundo ele, se mais que 12 pontos estão presentes, a certeza da identificação está além do debate. Entretanto, atualmente é convencionalizado que não existe a necessidade de um número mínimo de pontos característicos para que haja a convicção do especialista sobre a real identidade de uma pessoa (FIGINI, 2003).

Juan Vucetich, um croata naturalizado Argentino, era oficial do *Departamento de Policia Central de La Plata* e durante suas pesquisas definiu que datiloscopia é “A ciência que se propõe a identificar as pessoas, fisicamente consideradas, por meio das impressões ou reproduções físicas dos desenhos formados pelas cristas papilares das extremidades digitais”. Em 1903 o “Sistema Dactiloscópico de Vucetich” foi adotado oficialmente no Brasil, e converteu-se no método exclusivo, mais eficiente, barato, seguro e prático de identificação da ciência da identidade, chegando a disputar a excelência com o exame genético do DNA. A aplicabilidade da datiloscopia é incontestável em quase todos os setores da atividade humana e pode ser empregado para diferentes fins: Oficial/Civil: carteiras ou cédulas de identidade, atestados de antecedentes, carteiras de trabalho e outros documentos; Criminal: identificação criminal de indivíduos processados; Particular: é utilizada por grandes organizações ou empresas, indústrias, comercio, faculdades em épocas de vestibular, entrada de edifícios (KEHDY, 2003).

De acordo com Araújo (2000), a papiloscopia possui suas bases científicas firmadas em quatro princípios fundamentais. Eles são chamados de “Postulados da Papiloscopia”: Perenidade, Imutabilidade, Variabilidade e Classificabilidade. Onde a perenidade é a propriedade que têm os desenhos papilares de se manifestarem definidos desde sua formação, entre o quarto e o sexto mês de vida intrauterina, até a completa putrefação cadavérica. O desenho papilar observado num recém-nascido permanece até sua velhice, com a única diferença do aumento de tamanho, como se fora uma ampliação fotográfica. Enquanto que a imutabilidade é a propriedade que têm os desenhos papilares de não mudarem a sua forma original. Uma vez formados, os desenhos digitais não mais se alteram, exceto por lesões, cicatrizes, queimaduras ou patologias como a hanseníase. O desenho conserva-se idêntico a si mesmo, não muda durante toda a sua existência; A variabilidade é

a propriedade que têm os desenhos papilares de não se repetirem, variando, portanto, de região para região papilar e de pessoa para pessoa. Não há possibilidade de se encontrarem dois desenhos papilares idênticos, nem mesmo em uma mesma pessoa. Não há possibilidade de se encontrar duas impressões iguais, nem mesmo em caso de gêmeos univitelinos (originados de um mesmo óvulo); E por fim, a classificabilidade é a possibilidade de classificação exata do tipo e subtipo digital dos desenhos papilares, através de números e símbolos literais, determinando uma fórmula matemática, através da qual o órgão de identificação tem um controle total da identidade física de uma pessoa.

1.4 - Aplicabilidade prática da perícia papiloscópica

No início de sua implementação no Brasil, a coleta das impressões digitais era realizada com tinta e papel. (Figura 8)

Figura 8 - Técnica tradicional para coleta de impressões digitais.
FONTE: <http://i.ytimg.com/vi/3UoHgohOIEo/hqdefault.jpg>



Nesse período os pontos característicos das impressões eram encontrados usando lupas e marcados manualmente um-a-um. Em seguida eram numerados para constar em laudo de confronto. Hoje em dia existem vários sistemas informatizados confiáveis que se destinam a classificar e armazenar impressões digitais com segurança (BARBERÁ, 1998).

O sensor biométrico é um equipamento eletrônico que permite registrar e comparar registros biométricos. As características individuais e únicas dos dedos de cada pessoa garantem verdadeira segurança ao contrário de chaves ou cartões, pois as impressões digitais não podem perder-se ou serem roubadas, garantindo assim que o acesso é dado apenas às pessoas autorizadas. O registro efetua-se com um toque de dedo apenas e, o tempo total de cada registro é normalmente de 5 segundos. A verificação leva apenas 1 segundo (DULTRA, 2009).

A impressão digital nunca é armazenada ou guardada, mas sim *encriptada* e registrada. Quando se põe o dedo no sensor (figura 9), a imagem das impressões digitais é imediatamente convertida em pontos detalhados para subsequente encriptação e é registrada como *template*. Na verificação, com o toque do dedo do utilizador, o código original é recuperado da base de dados e os detalhes são comparados. Se a comparação for coincidente o sistema sabe que o utilizador é autorizado. A imagem das impressões digitais nunca é armazenada. Um conjunto de pontos da nossa impressão digital é referenciado, sendo as suas coordenadas convertidas num complexo algoritmo. O único dado armazenado é exatamente o resultado desse algoritmo (Figura 10). O sistema precisa da presença do utilizador que com o toque do seu dedo no sensor, repetir o processo e comparar o resultado (IIDF/DPF, 2005).

Figura 9 - Coleta de uma impressão digital através de um escâner.
FONTE: <http://img.ibxk.com.br>



Figura 10 - Forma de armazenamento de uma impressão digital.
 FONTE: <http://www.biometrus.com.br>



Pequenos cortes ou danos ligeiros não afetam a leitura do sistema. No entanto, pela eventualidade de um dano severo ocorrer, é conveniente registrar o template de mais do que um dedo do utilizador. Os utilizadores do sistema tocam em milhares de outras coisas sendo, por isso, a higiene uma preocupação compreensível. No entanto, se pensarmos nas maçanetas das portas, nos botões de chamada dos elevadores, nos telefones e em todas as outras pequenas coisas utilizadas no dia a dia por nós e por milhares de desconhecidos, ao compararmos o risco dessa utilização com o risco de utilização do sensor, essa preocupação quase deixa de fazer sentido (IIDF/DPF, 2005).

Por possuir fundamentos científicos sólidos aliados ao baixo custo de sua aplicação a perícia papiloscópica é tida como uma técnica extremamente vantajosa frente a outras formas de identificação. Apenas para demonstrar isso, aqui estão elencados alguns pontos de comparação entre a identificação por DNA e por impressões digitais: Já existem sistemas de leitura e armazenamento de ID em pleno funcionamento nas polícias de todo o mundo. Onde estão milhões de impressões digitais de criminosos, bem como de fragmentos papilares encontrados em locais de crime. No caso do DNA, praticamente não há bancos de dados para comparação e confronto; O exame de DNA é mais caro e demorado do que o confronto papiloscópico; A imensa maioria das impressões digitais é latente (invisíveis), e somente após a aplicação dos reagentes químicos e reveladores é que se descobre onde estão. Portanto, só será possível saber de sua existência em determinada superfície após a utilização de produtos químicos que permitem a identificação

papiloscópica; As impressões digitais podem ser fotografadas, decalcadas e armazenadas, preservando a sua integridade e sem riscos de contaminações; Normalmente, na cena do crime, há vários fragmentos papilares que são coletados, mas não apresentam condições para o confronto papiloscópico, podendo estes ser ainda utilizados para um possível exame de DNA (FRANÇA, 2004).

De acordo com o Manual de Identificação Papiloscópica elaborado pelo Instituto de Identificação do Distrito Federal/DPF (2005), o objetivo de revelar uma impressão latente em local de crime é visualizar o desenho das Cristas Papilares, que são as linhas do desenho das impressões digitais. Os detalhes dos desenhos destas linhas é que irão permitir a classificação da impressão e um posterior confronto da impressão latente coletada com as impressões digitais dos suspeitos, vítimas e demais envolvidos em cada caso.

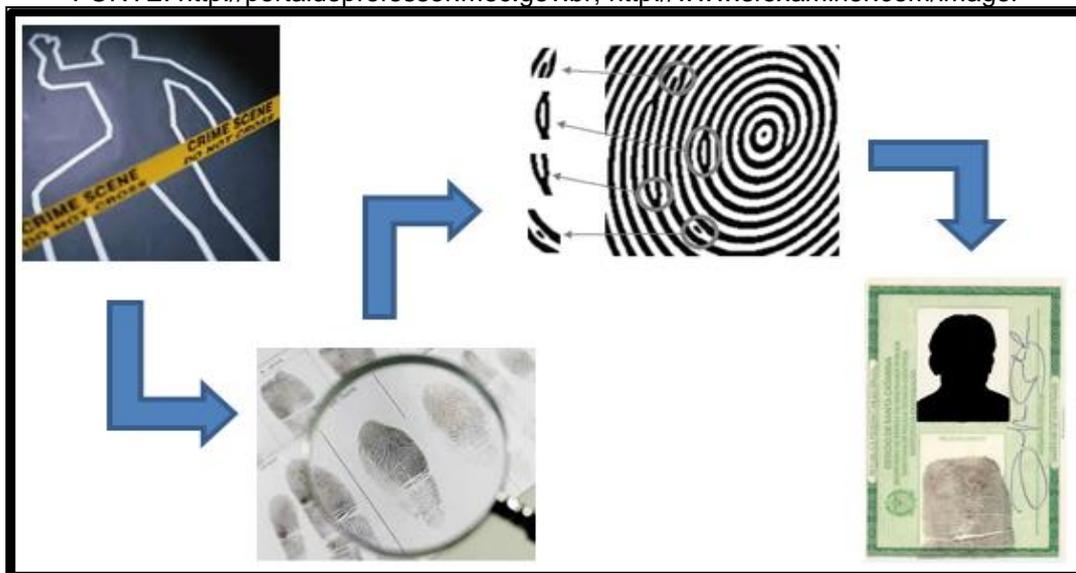
De modo geral, podemos definir Impressões Digitais Latentes (IDL) como sendo aquelas impressões que foram deixadas no local de crime. Estas impressões podem ou não ser visíveis. As visíveis podem ser impressões contaminadas com sangue, por exemplo. Mas a maior parte das impressões latentes é mesmo invisível. Ao tratamento para torná-las visíveis é dado o nome de revelação de latentes através de materiais e técnicas específicos.

Na cena do crime é comum encontrarem-se impressões digitais. No entanto, grande parte delas é invisível a olho nu. Estas impressões são as produzidas pela polpa digital (ponta dos dedos), palma das mãos e planta dos pés. Mas também podem ser visíveis na cena do crime se a mão que as formou estava suja de sangue ou tinta.

1.5 - Perícia Necropapiloscópica

Necropapiloscopia é a área da perícia papiloscópica que se destina a descobrir a verdadeira identidade de cadáveres desconhecidos (Figura 11). A identificação do cadáver por meio de suas impressões digitais anula a prova testemunhal e os falhos reconhecimentos por outros métodos (IIDF/DPF, 2005).

Figura 11 - Procedimentos para uma identificação positiva após um crime.
 FONTE: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br>; <http://www.sfexaminer.com/imager>



Kehdy (2003) salienta o reconhecimento por parentes é inseguro, uma vez que muitas pessoas têm medo de se aproximar do corpo, e limita-se a um exame superficial e ligeiro. Além do mais, após a morte ocorre alteração na cor da pele modificando sensivelmente a fisionomia do morto. E quando se trata de morte violenta, as condições do cadáver, as lesões, os ferimentos, as manchas de sangue, as marcas provocadas pela incrustação da pólvora no tegumento cutâneo, os traumatismos, os esmagamentos, as amputações, decapitação, o dilaceramento do corpo, a putrefação, a carbonização, entre outros, formam um quadro profundamente traumatizante que fatalmente concorrerá para dificultar a identificação, causando erros ou impossibilitando uma afirmativa absoluta sobre a verdadeira identidade do morto.

A morte vem sendo encarada como um fato simplesmente mecânico e material a menos de 150 anos, tendo suas reações químicas estudadas, quantizadas e entendidas do ponto de vista físico, químico e biológico. O corpo humano é constituído por diversas partes que são inter-relacionadas, ou seja, umas dependem das outras. Cada sistema, cada órgão é responsável por uma ou mais atividades. Milhares de reações químicas acontecem a todo instante dentro do nosso corpo, seja para captar energia para a manutenção da vida, movimentar os músculos, recuperar-se de ferimentos e doenças ou se manter na temperatura adequada à vida (DULTRA, 2009).

Cabe à perícia papiloscópica avaliar criteriosamente as condições do corpo desconhecido para em seguida aplicar o procedimento mais adequado ao tratamento e limpeza da pele para a devida coleta das impressões digitais possibilitando uma individualização positiva.

Perícia Necropapiloscópica: De acordo com o manual de identificação papiloscópica elaborado pelo Instituto de Identificação do Distrito Federal/DPF (2005), são encaminhados ao Instituto Médico Legal (IML) e, conseqüentemente, identificados somente corpos de pessoas vítimas de morte por causas externas. O termo “causas externas” é empregado pela área de saúde para se referir à mortalidade por: homicídios, suicídios, agressões físicas e psicológicas, acidentes de trânsito, transporte, quedas, afogamentos e lesões e traumas provocados também por esses eventos. Em caso de morte em casa, se o falecido não tem assistência médica, deverá ser solicitada a presença da Polícia Civil para que o corpo, então, seja removido para o IML (KEHDY, 2003).

No Brasil, normalmente, os cadáveres são liberados com base na legislação em vigor desde a década de 1940. Conforme o Código de Processo Penal Brasileiro no Artigo 166: “Havendo dúvida sobre a identificação do cadáver exumado, proceder-se-á ao reconhecimento pelo instituto de identificação e estatística ou repartição congênere ou pela inquirição de testemunhas, lavrando-se auto de reconhecimento e de identidade, no qual se descreverá o cadáver, com todos os sinais e indicações”.

De acordo com as condições do local e o clima ambiente, em termos gerais, independente das causas que levaram a morte, o corpo pode ser encontrado em diferentes estágios de decomposição. Entre eles, temos os seguintes:

A rigidez cadavérica, ou *rigor mortis*, é um sinal reconhecível de morte que é causado por uma mudança química nos músculos, causando aos membros do cadáver um endurecimento e impossibilidade de mexê-los ou manipulá-los. Tipicamente isso acontece várias horas após a morte clínica e volta espontaneamente depois de dois dias, apesar de o tempo de início e duração depender da temperatura ambiente. Na média, presumindo-se temperatura amena, começa entre 3 e 4 horas *post-mortem*, com total efeito do rigor em aproximadamente 12 horas, e finalmente o relaxamento em aproximadamente 36 horas (IIDF/DPF, 2005).

A causa bioquímica do rigor mortis é a hidrólise do Trifosfato de Adenosina (ATP) a fonte de energia química necessária para o movimento no tecido muscular. Moléculas de miosina derivados do ATP se tornam permanentemente aderentes aos filamentos e os músculos tornam-se rígidos (KOTZ; TREICHEL, 2009).

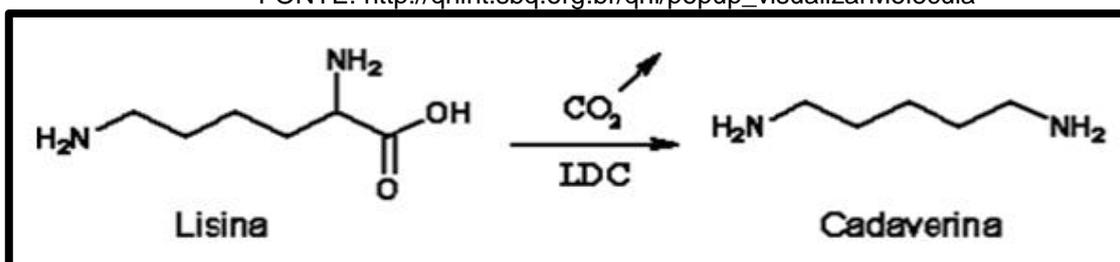
Existem vários estágios de decomposição cadavérica. São eles: Estágio de decomposição inicial: Compreende o período entre a morte e o momento em que o corpo começa a inchar. Neste estágio, ocorre o fenômeno destrutivo chamado “autólise”, pois, quando cessada a circulação, as células deixam de receber novos elementos pela corrente plasmática, prejudicando as trocas nutritivas; Estágio de putrefação: Neste estágio, o cadáver apresenta um inchaço abdominal devido ao metabolismo das bactérias. Certas partes do cadáver, como axilas, começam a apresentar rompimento, devido à ação das larvas de *Calliphoridae*. Este estágio varia geralmente de 24 a 48 horas; Estágio de putrefação escura: O corpo do cadáver rompe e pode ser visualizado um grande número de larvas de dípteros, bem como formigas e coleópteros predando estágios imaturos. O odor exalado pelo cadáver é muito forte e a duração deste estágio varia de 24 a 48 horas; Estágio de fermentação butírica: A pele está totalmente decomposta e só podem ser visualizadas larvas de dípteros que não completaram o seu desenvolvimento, em função de falta de substrato, começando a ser visível o processo de dispersão larval realizado pelas larvas em estágio pós-alimentar; Estágio seco ou esqueletização: Sobraram somente ossos e algumas cartilagens mais duras que não foram decompostas e o couro ressecado pela ação do sol. Não ocorreram mais larvas alimentando-se, apenas alguns adultos de moscas (IIDF/DPF, 2005).

Alguns compostos orgânicos, especialmente os que contêm Enxofre (S) e Nitrogênio (N), são caracterizados por apresentar um cheiro pútrido e sufocante que varia de intensidade dependendo do composto. Um corpo vivo possui, naturalmente, miríades de bactérias e organismos nocivos que permanecem sob controle devido a fatores como o pH natural (acidez), a temperatura interna e a agentes reguladores que são gerados pelo próprio corpo (DULTRA, 2009).

Após a morte, os fluidos digestivos presentes nos intestinos vazam e, por sua vez, ajudam na corrosão do interior do corpo. Nessa etapa, a Lisina

presente no corpo começa a sofrer uma reação de descarboxilação por intermédio de uma enzima chamada lisina descarboxilase (LDC), liberando gás carbônico (CO_2) e formando uma substância chamada cadaverina (Figura 12), que é responsável pelo odor de carne apodrecida (KOTZ; TREICHEL, 2009).

Figura 12 - Reação química causadora do odor cadavérico.
 FONTE: http://qnint.sbg.org.br/qni/popup_visualizarMolecula



O gás carbônico (CO_2) produzido pela lisina, transforma-se em cadaverina, e soma-se a diversos outros gases produzidos pelas bactérias anaeróbicas no interior do corpo que são responsáveis por fazê-lo inflar como se fosse um balão. O acúmulo de gases dentro do cadáver, além de inflá-lo, gera uma pressão que força a saída de fluidos pelos vasos sanguíneos e pelas cavidades corporais (KOTZ; TREICHEL, 2009).

Os procedimentos para coletas necropapiloscópica são: Limpeza e verificação das condições das falanges: Primeiro deve-se posicionar o corpo de forma a facilitar os procedimentos de limpeza e coleta das falanges; Em seguida procede-se a limpeza das falanges utilizando água em temperatura ambiente e sabão ou detergente (IIDF/DPF, 2005).

A água é considerada o solvente universal, devido às suas propriedades favorecerem a dissolução de um grande número de outras substâncias; e a composição básica dos sabões e detergentes é justamente as gorduras animais e os óleos vegetais, todos insolúveis em água. A mistura de óleos (ésteres) com soluções alcalinas (hidróxido de sódio ou potássio) deu origem a um produto que se dissolve em água e retira gorduras (KOTZ; TREICHEL, 2009).

A coleta pelo método tradicional consiste em coletar usando tinta e papel. Quando os corpos estiverem conservados ou quando o estágio atual de decomposição do corpo permitir condições de coleta com qualidade por esse

método, procede-se o entintamento das falanges dos dedos utilizando rolo de borracha específico e tinta para coleta necropapiloscópica; Em seguida faz-se a coleta utilizando coletor específico em planilha decadatiloscópica previamente preenchida (IIDF/DPF, 2005).

A tinta para coleta necropapiloscópica possui a seguinte composição química: Pigmentos orgânicos e inorgânicos; Óleos minerais e vegetais; Resinas fenólicas e alquídicas; Aditivos (DULTRA, 2004).

Em caso de enrugamento das falanges, geralmente isso ocorre quando o corpo passa muito tempo na água. De acordo com um estudo publicado pela *Royal Society* de Londres na revista *Biology Letters*, a finalidade desse enrugamento é para que o ser humano possa segurar melhor objetos molhados ou que estejam embaixo d'água. Nas palavras do pesquisador Tom Smulders, responsável pela pesquisa, "o enrugamento dos dedos pode ter ajudado nossos ancestrais a conseguirem comida em regiões mais úmidas". Isso pode acontecer também quando tratar-se de cadáver de pessoa idosa (IIDF/DPF, 2005).

Estando os dedos enrugados, de maneira a impossibilitar o entintamento e a coleta das impressões, deve ser usada uma técnica que promova o "esticamento" da pele das falanges. Devem-se Injetar substâncias fluidas (glicerina, água, óleo vegetal, etc.), por meio de uma seringa e agulha hipodérmica, na base ou na parte superior da falange distal do quirodáctilo, sob a polpa digital, até que o tecido retorne à sua forma original (DULTRA, 2009).

A aplicação de substâncias fluidas para possibilitar boas condições da pele das pupas digitais para coleta se deve às propriedades dessas substâncias. Um fluido é uma substância que se deforma continuamente quando submetida a uma tensão de cisalhamento, não importando o quão pequeno possa ser essa tensão. Um subconjunto das fases da matéria, os fluidos incluem os líquidos, os gases, os plasmas e, de certa maneira, os sólidos plásticos. Os fluidos compartilham a propriedade de não resistir à deformação e apresentam a capacidade de fluir, também descrita como a habilidade de tomar a forma de seus recipientes (ATKINS; JONES, 2012).

Quando as luvas epidérmicas estiverem destacadas e inteiras deve-se recortar cada dedo da luva na altura da falange proximal ou medial e utilizar frascos para armazená-los individualmente, dessa forma, evitando a troca de

posição das falanges. Cada frasco deve conter a indicação do quirodáctilo que armazena. Depois se devem deixar os dedos submersos em álcool por alguns minutos em cada um dos respectivos recipientes e, em seguida utilizar água para limpeza e proceder a secagem no caso de tecidos macerados (DULTRA, 2009).

O uso do álcool etanol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$) nesse procedimento é apropriado porque ele apresenta uma parte polar e uma apolar em sua cadeia. A ligação com a hidroxila é a parte polar da cadeia. A cadeia carbônica é a parte apolar. As gorduras são compostos apolares e, portanto, são solúveis em compostos apolares. Dessa forma, a água, que é um composto polar, não dissolve gorduras, mas o etanol, que apresenta partes polares e apolares, dissolve a gordura, e também pode ser dissolvido em água (PERUZZO; CANTO, 2002).

Sempre que as falanges ou palmas apresentarem-se com material seroso ou oleoso devido ao processo de saponificação do corpo deve-se avaliar a possibilidade ou conveniência de aplicar a técnica da fervura. A técnica da fervura que é uma alternativa para identificação necropapiloscópica de corpos em estado de putrefação, consiste em por a mão do cadáver por cerca de 10 a 20 segundos em água fervente. Isso irá provocar uma resposta termodinâmica e osmótica sobre a pele que, além facilitar a limpeza, possibilita a rehidratação da pele e assim favorece a coleta das impressões digitais (DULTRA, 2009).

O fenômeno que torna isso possível é a osmose, que é a movimentação da água entre diversos tipos de concentração de substâncias que podem ser dissolvidas. É a passagem do solvente de uma região pouco concentrada em soluto para uma mais concentrada em soluto, sem gasto de energia. Quando a água se movimenta, ela o faz com o objetivo de ter a mesma concentração em todos os meios, através de uma pequena membrana com poros que permitem a passagem das moléculas de água (ATKINS; JONES, 2012).

Em caso de falanges ressecadas ou queimadas, deve-se deixar as falanges imersas em solução hidratante até atingirem condições apropriadas para coleta. Aplicar o procedimento sempre que as falanges ou palmas apresentarem-se ressecadas (aspecto de couro duro) com dificuldade para a coleta pelo método tradicional. Geralmente é usado glicerina para reverter o

ressecamento da pele (DULTRA, 2009).

Um dos umectantes mais usados nos hidratantes para a pele é a glicerina (Figura 13), também chamada de glicerol ($C_3H_5(OH)_3$).

Figura 13 - Glicerina líquida usada na reidratação da pele.
FONTE: <http://www.biobrotas.com.br/producao-glicerina-bi-distilada>



A glicerina é um triálcool, e graças a essa estrutura os oxigênios ativam os hidrogênios, para que ocorra a formação de ligações de hidrogênio, tanto entre as próprias moléculas de glicerina, quanto entre elas e as moléculas de água. Em temperatura ambiente, a glicerina é um líquido viscoso, semelhante a um xarope, exatamente em razão das ligações de hidrogênio, que fazem com que suas moléculas fiquem aderidas umas às outras. As ligações de hidrogênio entre as moléculas de glicerina e as de água explicam seu uso nos hidratantes de pele. O uso de hidratantes deve ser realizado para reestabelecer a umidade da pele, sempre que estiver seca (KOTZ; TREICHEL, 2009).

1.6 - Os princípios químicos presentes na perícia papiloscópica

A atuação da perícia papiloscópica destina-se à análise das impressões digitais com o propósito de determinar ou confirmar a autoria de um delito ou descartar o envolvimento de um suspeito. Estando, portanto, sua área de atuação restrita à identificação humana. Não podendo haver nenhum tipo de confusão quanto à atuação mais abrangente a que se destina a química forense. Essa é uma área da perícia criminalística onde o químico forense deve possuir conhecimentos específicos para atuar em análises químicas, bioquímicas e toxicológicas, podendo atuar em questões trabalhistas, criminais, industriais, ambientais, entre outros (BARBERÁ, 1998).

Para elucidação de um crime a partir da análise de impressões digitais é fundamental o conhecimento de princípios de química orgânica. Os compostos orgânicos têm um importante papel na revelação de uma impressão digital latente (IDL) e, conseqüentemente, na identificação do autor do fato delituoso. As substâncias presentes no suor das mãos são responsáveis pela formação das impressões e sua composição é basicamente 99% de água e 1% de compostos nitrogenados, ácidos graxos, ácido láctico, glicídios, lipídios, além de compostos inorgânicos: ânions, cloretos, sulfato, fosfatos, cátions metálicos como sódio, potássio e ferro (ARAÚJO, 2000).

Sendo assim, uma impressão digital nada mais é do que um depósito de materiais orgânicos deixado em uma superfície no instante em que houve o contato dos dedos com a superfície de um objeto. Quanto maior a oleosidade da pele ou o suor das mãos, mais facilmente a impressão digital poderá ser revelada. Antes de se proceder à revelação de uma IDL, é necessário escolher um dentre os vários processos físicos e químicos de revelação, de acordo com o tipo de superfície e as condições presentes naquela impressão latente. A seleção das ferramentas corretas para esta revelação é um dos principais componentes do trabalho de um perito em impressões digitais. Mas para escolher corretamente a melhor técnica a ser empregada é necessário ter algum conhecimento da constituição das impressões digitais (ARAÚJO, 2000).

TABELA 1 - Composição química do suor humano.
 FONTE: Chemello, E. Química Virtual, Dezembro, (2006)

GLÂNDULAS	SUBSTÂNCIAS PRESENTES
•Sudoríparas	<ul style="list-style-type: none"> ▪Inorgânicas: Cloretos, Íons metálicos, Amônia, Sulfatos, Fosfatos, Água. ▪Orgânicas: Aminoácidos, Uréia, Ácido láctico, Açúcares, Creatinina, Colina, Ácido úrico.
•Sebáceas e Apócrinas	<ul style="list-style-type: none"> ▪Inorgânicas: Ferro. ▪Orgânicas: Ácidos graxos, Glicerídeos, Hidrocarbonetos, Álcoois, Proteínas, Carboidratos, Colesterol.

Segundo Araújo (2000), os fatores como a idade, exposição ao ambiente e tipo de superfície sobre a qual se encontra a latente, apresentam um profundo impacto sobre a escolha das ferramentas corretas. É importante ter em mente que água e álcoois são os primeiros componentes que um latente perde. É preciso levar em consideração, ainda o fato de que certas superfícies podem absorver ou diluir os componentes oleosos. Em alguns casos, pode-se fazer necessário o emprego de um ou mais métodos de revelação, em sequência. Contudo, o especialista em impressões digitais deve ter em mente que certos métodos podem ser destrutivos. Por causa disto, nos casos mais complexos envolvendo a revelação de impressões latentes, é necessário que haja uma ampla compreensão por parte do perito sobre a sequência aceita para o uso de produtos reveladores destas impressões.

Existem várias técnicas para tornar visível uma IDL. É importante saber escolher a técnica a utilizar em cada caso específico, pois, se algo der errado, uma técnica pode não só ser ineficiente como também pode destruir a

impressão digital. Serão aqui apresentadas e discutidas, pelo prisma didático educacional, apenas cinco técnicas de revelação de uma IDL. Sendo observadas também, as respectivas substâncias químicas necessárias à sua aplicação. São elas: Técnica do pó; Técnica do iodo; Técnica da ninidrina; Técnica do cianoacrilato; Técnica do nitrato de prata (FIGINI, 2003).

Técnica do Pó

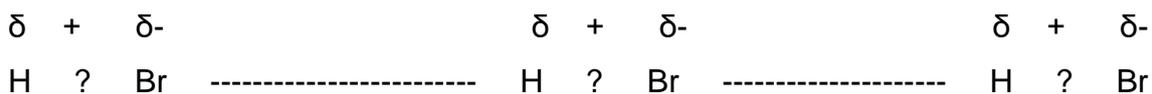
A primeira que veremos é a técnica do pó. Onde os principais princípios químicos presentes que podem ser explorados são: Forças intermoleculares; Forças de Van Der Waals; Momento dipolo-dipolo; Ligação de hidrogênio (MAHAN; MYERS, 1995).

Forças intermoleculares:

As forças intermoleculares são aquelas responsáveis por manter moléculas unidas na formação dos diferentes compostos, elas se classificam em: Força dipolo-induzido: é causada pelo acúmulo de elétrons em determinada região da molécula. As interações intermoleculares presentes nas moléculas apolares são as dipolo-induzido, mas não ocorrem o tempo todo, a distribuição de elétrons na eletrosfera dessas moléculas é uniforme. Contudo, em algum instante ocorre um acúmulo de cargas δ^+ e δ^- (pólos) nas extremidades, é aí que as forças dipolo-induzido aparecem, e como o próprio nome já diz, elas induzem as moléculas vizinhas a também entrarem em desequilíbrio.

Veja exemplos de compostos apolares cujas moléculas interagem através de forças dipolo-induzido: Cl_2 , CO_2 , CH_4 , H_2 , O_2 .

Forças dipolo-dipolo: força intermolecular presente em compostos polares.



Repare que nas moléculas de ácido bromídrico (HBr) existem pólos δ^+ e δ^- , são eles os responsáveis por esta molécula ser polar.

Exemplos de compostos polares em que ocorre interação dipolo-dipolo: H_2S , CO , SO_2 , HCl .

Ligações de hidrogênio: essa é a interação mais forte que ocorre entre moléculas, é comparada à força dipolo-dipolo bem mais intensificada. Esta ligação ocorre entre moléculas que contêm átomos de hidrogênio ligados a átomos de nitrogênio, flúor, oxigênio, ou seja, elementos muito eletronegativos, por isso os pólos $\delta +$ e $\delta -$ ficam mais acentuados.

A molécula de água é um exemplo clássico das ligações de hidrogênio, onde átomos de H se unem fortemente aos átomos de O de outras moléculas para formar a cadeia de H_2O .

Veja qual força intermolecular é mais intensa através da figura abaixo:



Dipolo-induzido < dipolo-dipolo < ligações de hidrogênio

A seta indica a ordem crescente da intensidade de interação.

Forças de Van Der Waals:

As forças de Van Der Waals recebem definições diferentes a depender do autor consultado: uns a conceituam como interações intermoleculares fracas (dipolo-dipolo – forças de Keesom, de orientação -, dipolo-dipolo induzido – forças de Debye, de indução -, e dipolo instantâneo – dipolo induzido – interações de dispersão ou forças de London; outros trazem esse termo como sinônimo de forças de London.

Momento de Dipolo:

O vetor momento de dipolo de uma molécula é dado como o indicador da polaridade da mesma: semelhante a uma pilha (que apresenta dois pólos – negativo e positivo), uma molécula possui regiões onde a diferença de eletronegatividade entre átomos ligantes desloca a nuvem eletrônica para um deles. Isso significa que o par de elétrons compartilhado estará na maior parte do tempo ao redor do mais eletronegativo – na mecânica quântica, diz-se que a densidade de probabilidade de encontrar os elétrons encontra-se maior na região onde a nuvem é mais notável (ao redor do átomo com maior eletronegatividade).

Essas regiões podem ser caracterizadas por uma parte positiva (onde a nuvem eletrônica é menos densa) e uma negativa (onde é mais densa), assim,

um vetor pode ser utilizado para representar a diferença de potencial entre esses dois pontos: o vetor nasce no pólo positivo e é direcionado para o negativo.

A molécula é dita polar quando a soma desses vetores produz um vetor resultante de módulo diferente de zero; o contrário vale para uma molécula apolar, onde a soma dos vetores de cada região (delimitada por dois átomos ligantes entre si) resulta num vetor cujo módulo é igual a zero. Interações desse tipo são características de substâncias constituídas por moléculas polares, onde o pólo positivo de uma molécula liga-se com o pólo negativo de outra. Assim repetindo-se indefinidas vezes.

Dipolo-dipolo induzido:

As interações dipolo permanente – dipolo induzido são observadas quando uma molécula polar deforma a nuvem eletrônica de uma molécula apolar. Assim, induz a formação de um dipolo.

Dipolo instantâneo – dipolo induzido:

Os elétrons que constituem a nuvem eletrônica de uma molécula estão em constante movimento, assim, se pudéssemos tirar fotografias dessa nuvem, elas não representariam a mesma imagem.

Ou seja, em moléculas apolares, há possibilidade de tornar-se polar durante um curto período de tempo. Entretanto, esse tempo é o bastante para que deforme a nuvem de outra molécula apolar e induza-a, de modo a formar dois pólos distintos (positivo e negativo). Tendo assim um dipolo induzido.

Verifica-se que a polarizabilidade de uma molécula apolar cresce com o seu tamanho, pois os elétrons da nuvem circundante encontram-se menos atraídos pelo núcleo. Por exemplo: o flúor se encontra no estado gasoso nas CNTP ao ponto que o iodo está no estado sólido.

Como a molécula de iodo é bem maior que a de flúor, é mais facilmente polarizável, assim, mesmo que as duas sejam apolares, as interações dipolo instantâneo – dipolo induzido são mais intensas na primeira substância.

Ligação de Hidrogênio: A ligação de hidrogênio, muitas vezes erroneamente referenciada como ponte de hidrogênio, é um dos tipos de

interação intermolecular (os outros são íon-dipolo, dipolo-dipolo e forças de London) – portanto não pode ser considerada uma ligação covalente – que confere certa estabilidade nas ligações com átomos de alta eletronegatividade.

Frequentemente, podem ser observados líquidos com altos pontos de fusão justamente por apresentarem interações do tipo ligação de hidrogênio que necessitam de muita energia para serem rompidas. Às vezes, mesmo quando um líquido sofre ebulição total, várias ligações desse tipo podem permanecer na fase vapor: em uma determinada massa de ácido acético, por exemplo, vários dímeros são coexistentes com a forma H_3CCOOH :

Como pode ser visto no esquema acima, o grupo OH de uma molécula de ácido acético liga-se com o átomo de oxigênio da outra. Formando, então, a ligação de hidrogênio.

Aspectos da ligação de hidrogênio:

O hidrogênio só consegue formar esse tipo de ligação com outro átomo se, e somente se, sua carga parcial for positiva. Pois assim, pode aceitar um par eletrônico (ligação covalente coordenada).

No caso do ácido acético, tomando o hidrogênio do grupo OH, pode-se perceber que o par de elétrons compartilhado está mais próximo do átomo de oxigênio (mais eletronegativo). Portanto, o hidrogênio possui, nessa ligação, carga parcial positiva. E, ainda, por ser um átomo pequeno, consegue ser atraído por um dos pares eletrônicos isolados de um átomo de oxigênio (que possui 3) de outra molécula.

Daí surge uma interação extremamente forte ocasionada pela carga parcial positiva do hidrogênio com esse par eletrônico isolado: a ligação de hidrogênio propriamente dita.

Na água também ocorre interações de hidrogênio: Que a ligação de hidrogênio ocorre entre átomos de alta eletronegatividade é indiscutível. O que muitas vezes pode fugir à literatura é considerar apenas o nitrogênio, o flúor e o oxigênio como os potenciais átomos para tal interação. Ora, existem outros átomos também muito eletronegativos (como o de cloro) que podem experimentar tal fenômeno. Assim, não é justo limitar o universo de possibilidades para apenas o grupo N,F,O.

Pontes de hidrogênio:

As pontes de hidrogênio não são sinônimas de ligações de hidrogênio, pois, mesmo que possuam tal espécie em comum, são situações completamente diferentes: as pontes de hidrogênio representam um arranjo molecular constituído por 2 elétrons divididos entre 3 átomos (3 centros, 2 elétrons):

Na diborana (B_2H_6), por exemplo, dois átomos de boro estão ligados entre si pela presença de átomos de hidrogênio que formam, literalmente, uma ponte entre eles. Assim, a espécie BH_3 não é evidenciada, mas o seu dímero.

Nesse exemplo, 2 elétrons do hidrogênio de cada ponte são divididos para os 2 átomos de boro (logo, 2 elétrons e 3 átomos – BHB).

A técnica de revelação com pincel e pó é a mais comumente usada na revelação de impressões latentes, e será suficiente para atender à maior parte das demandas apresentadas em um local de crime. E isto acontece porque os pós costumam ser muito úteis em impressões novas (com menos de 48 horas), uma vez que nestes casos geralmente ainda há depósitos consideráveis de água e gorduras nestas impressões. Deve-se sempre usar uma cor de pó que contraste com a cor da superfície trabalhada e também um pincel macio o suficiente para não alterar o desenho das cristas papilares no instante da revelação. Para retirar as impressões reveladas do local onde estão, são usados decaladores, que são fitas ou películas adesivas utilizadas no decalque/transporte de impressões com pó, do suporte primário para o secundário (IIDF/DPF, 2005).

Como já mencionado, as impressões digitais das extremidades dos dedos são gordurosas, e este fato lhes confere certa aderência. Os pós empregados nos processos de revelação, aderem a estas impressões gordurosas. Contudo, é imperioso que seja empregada a técnica correta para aplicação do pó e também o emprego de materiais de reconhecida qualidade (pós e pincéis), sob pena de se obter uma revelação de baixa qualidade, o que poderia comprometer um posterior trabalho de comparação (Figura 14).

Figura 14 - Aplicação de pó para revelação de impressões digitais.
FONTE: <http://clিকেaprenda.uol.com.br>



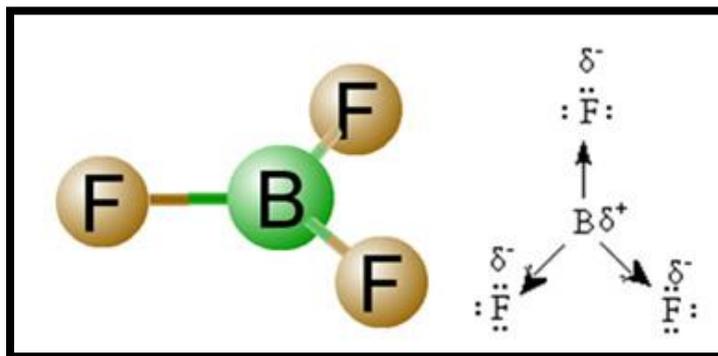
Esta técnica implica, entre outras coisas, em identificar a cor ideal do pó a ser usado (que é especialmente fabricado para esta finalidade), e fazendo uso de um pincel macio (também concebido para esta atividade específica) aplicar o pó de forma correta sobre a superfície onde potencialmente pode haver impressões latentes (FIGINI, 2003).

Quando a impressão digital é recente, a água é o principal composto no qual as partículas de pó aderem. À medida que o tempo passa, os compostos oleosos, gordurosos ou sebáceos são os mais importantes. Nesta interação entre os compostos da impressão digital e o pó de revelação não há reação química. É uma interação de caráter elétrico, tipicamente Forças de Van Der Waals (ATKINS; JONES, 2012).

O Momento de Dipolo de uma molécula é dado como o indicador da polaridade da mesma: semelhante a uma pilha (que apresenta dois polos, negativo e positivo), uma molécula possui regiões onde a diferença de eletronegatividade entre átomos ligantes desloca a nuvem eletrônica para um deles. Isso significa que o par de elétrons compartilhado estará na maior parte do tempo ao redor do mais eletronegativo. Por exemplo, a molécula do BF_3 apresenta três ligações polares, em que o flúor é o mais eletronegativo, tendo, portanto, os vetores direcionados para ele. Porém, visto que a

disposição espacial dos átomos é trigonal plana, isso faz com que os elétrons tenham uma distribuição simétrica ao redor do átomo central. Assim, o resultado é que esses três vetores se anulam e o momento dipolar é igual a zero. Por isso, a molécula do trifluoreto de boro (BF_3) é apolar (Figura 15).

Figura 15 - Disposição espacial dos átomos do BF_3 de forma plana.
 FONTE: <http://brasilecola.uol.com.br/quimica/momento-dipolar-resultante.htm>



A mecânica quântica, diz que a densidade de probabilidade de encontrar os elétrons encontra-se maior na região onde a nuvem é mais notável (ao redor do átomo com maior eletronegatividade). Essas regiões podem ser caracterizadas por uma parte positiva (onde a nuvem eletrônica é menos densa) e uma negativa (onde é mais densa), assim, um vetor pode ser utilizado para representar a diferença de potencial entre esses dois pontos: o vetor nasce no polo positivo e é direcionado para o negativo (PERUZZO; CANTO, 2002).

A Tabela 2 mostra a composição química dos pós mais usados na perícia papiloscópica. Para o pó magnético acrescenta-se Óxido de ferro (FeO_3) à composição. Para aplicação, deve-se depositar uma pequena parte do pó em uma folha de papel limpa; Passar o pincel levemente sobre o pó, sem impregná-lo demasiadamente (o excesso deverá ser removido); Aplicar o pó sobre o suporte, movimentando suavemente o pincel; Quando a impressão começar a ser percebida, o movimento do pincel será no sentido longitudinal em relação às suas linhas; Desejando-se decalcar a impressão revelada, sem fotografá-la, a cor do pó terá menor relevância, pois o contraste poderá ser feito com o suporte secundário (ARAÚJO, 2000).

TABELA 2 - Composição química dos pós para revelação de impressões digitais latentes.
 FONTE: Chemello, E. Química Virtual, Dezembro, (2006)

<p>● Pó preto (Negro-de-fumo)</p>	<p>Negro-de-fumo Resina Terra de Fuller</p>	<p>60% 25% 15%</p>
<p>● Pó branco (PbCO₃)</p>	<p>Carbonato de chumbo Goma arábica Alumínio em pó Negro-de-fumo</p>	<p>80% 15% 3% 2%</p>

Técnica do Iodo

Já na técnica do iodo, os principais princípios químicos presentes que podem ser explorados são: Cinética química; Teoria das colisões; Energia de ativação (ATKINS; JONES, 2012).

Cinética Química:

Existe um ramo na ciência que estuda a velocidade das reações químicas e os fatores que a influenciam, é a chamada Cinética Química. Pode se definir reações químicas como sendo um conjunto de fenômenos nos quais duas ou mais substâncias reagem entre si, dando origem a diferentes compostos. Equação química é a representação gráfica de uma reação química, onde os reagentes aparecem no primeiro membro, e os produtos no segundo.



O conhecimento e o estudo das reações, além de ser muito importante em termos industriais, também estão relacionados ao nosso dia a dia. A velocidade de uma reação é a rapidez com que os reagentes são consumidos ou rapidez com que os produtos são formados. A combustão de uma vela e a formação de ferrugem são exemplos de reações lentas. Na dinamite, a decomposição da nitroglicerina é uma reação rápida. As velocidades das reações químicas são determinadas através de leis empíricas, chamadas leis da velocidade, deduzidas a partir do efeito da concentração dos reagentes e produtos na velocidade da reação.

As reações químicas ocorrem com velocidades diferentes e estas podem ser alteradas, porque além da concentração de reagentes e produtos, as velocidades das reações dependem também de outros fatores como:

Concentração de reagentes: quanto maior a concentração dos reagentes maior será a velocidade da reação. Para que aconteça uma reação entre duas ou mais substâncias é necessário que as moléculas se choquem, de modo que haja quebra das ligações com consequente formação de outras novas. O número de colisões irá depender das concentrações de A e B. Moléculas se colidem com maior frequência se aumentarmos o número de moléculas reagentes. É fácil perceber que devido a uma maior concentração haverá aumento das colisões entre as moléculas. **Superfície de contato:** um aumento da superfície de contato aumenta a velocidade da reação. Um exemplo é quando dissolvemos um comprimido de *sonrisal* triturado e ele se dissolve mais rapidamente do que se estivesse inteiro, isto acontece porque aumentamos a superfície de contato que reage com a água.

Pressão: quando se aumenta a pressão de um sistema gasoso, aumenta-se a velocidade da reação.

Um aumento na pressão de P1 para P 2 reduziu o volume de V1 para V1/2, acelerando a reação devido à aproximação das moléculas.

Temperatura: quando se aumenta a temperatura de um sistema, ocorre também um aumento na velocidade da reação. Aumentar a temperatura significa aumentar a energia cinética das moléculas. No nosso dia a dia podemos observar esse fator quando estamos cozinhando e aumentamos a chama do fogão para que o alimento atinja o grau de cozimento mais rápido.

Catalisadores: os catalisadores são substâncias que aceleram o mecanismo sem sofrerem alteração permanente, isto é, durante a reação eles não são consumidos. Os catalisadores permitem que a reação tome um caminho alternativo, que exige menor energia de ativação, fazendo com que a reação se processe mais rapidamente. É importante lembrar que um catalisador acelera a reação, mas não aumenta o rendimento, ou seja, ele produz a mesma quantidade de produto, mas num período de menor tempo.

Teoria das Colisões:

Proposta pelos químicos Max Trautz e William Lewis no início do século XX, a Teoria das Colisões defende que, para que ocorra uma reação química, as moléculas reagentes devem ser postas em contato por meio de uma colisão. Tal teoria se aplica a reações que ocorrem em fase gasosa.

A colisão das partículas, também chamado de choque efetivo, deve ser bem orientada, permitindo uma perfeita interação entre as mesmas. Mas, nem sempre, a colisão por si só é o bastante para desencadear a reação, é preciso, ainda, que as partículas postas em choque tenham uma quantidade mínima de energia para romper as ligações químicas já existentes e formar novas substâncias. Existem situações em que milhões de colisões acontecem, mas, como a quantidade de energia é insuficiente, não há uma reação química. Essa quantidade mínima de energia é denominada energia de ativação.

No dado instante em que ocorre o choque efetivo é formada uma estrutura chamada complexo ativado. Trata-se de uma fase de transição, em que, já existe uma interação entre os reagentes, porém, os produtos ainda não foram formados. A energia de ativação é necessária para originar o complexo ativado, logo, se não houver a formação dessa espécie química a reação também não ocorre.

De acordo com a teoria das colisões, quanto maior for a frequência de choques efetivos, maior é a velocidade da reação. Isso porque, um número maior de colisões aumenta a probabilidade de formação do complexo ativado, que, por sua vez, permite que ocorra a reação.

A velocidade da reação depende, também, da quantidade de energia de ativação. Quanto maior for a energia de ativação, mais lenta será a reação, pois, essa “barreira” muito grande de energia dificultará a formação do

complexo ativado. Por outro, se a energia de ativação é baixa, maior será o número de choques efetivos e mais rápida será a reação química.

É comum haver alguma confusão entre a teoria das colisões e a teoria do complexo ativado. Essas teorias compartilham diversos conceitos, no entanto, a primeira se aplica a reações em estado gasoso, ao passo que a segunda é proposta para reações tanto em estado gasoso quanto em soluções. Ambas foram elaboradas a fim de facilitar a compreensão dos parâmetros de Arrhenius.

Energia de ativação:

A energia de ativação é a menor quantidade de energia necessária que deve ser fornecida aos reagentes para a formação do complexo ativado e para a ocorrência da reação. As reações só ocorrem quando os reagentes possuem energia de ativação (ou energia mínima necessária, que varia de reação para reação; tanto na quantidade como na forma) ou quando ela é fornecida a eles.

Por exemplo, quando o sódio metálico entra em contato com a água, ele reage violentamente. Isso significa que o conteúdo de energia desses reagentes já é suficiente para a reação ocorrer. Já no caso de ligarmos um fogareiro, a reação de combustão só ocorrerá se colocarmos um palito de fósforo aceso ou alguma outra fonte de fogo perto do gás que está sendo liberado pelo fogareiro. Isso significa que, nesse caso, foi necessário fornecer energia ao sistema para que ele atingisse a energia de ativação e a reação ocorresse.

No caso do próprio fósforo utilizado, para que ele entre em combustão, a energia de ativação é fornecida pelo atrito. O mesmo ocorre com os isqueiros, que também precisam de uma faísca que dê a energia de ativação necessária para a combustão do gás contido em seu interior.

A energia de ativação pode também ser fornecida pela luz, como é o caso da decomposição da água oxigenada. É por isso que ela é guardada em frascos escuros ou opacos.

Dessa forma, podemos concluir que a energia de ativação (E_{at}) é a diferença entre a energia necessária para que a reação tenha início (E) e a energia própria contida nos reagentes (E_{pr}):

A energia de ativação é um obstáculo para que a reação ocorra e ela é necessária para romper as ligações dos reagentes. Com isso, a reação ocorre e novas ligações são feitas para a formação dos produtos.

Quando a colisão entre as partículas dos reagentes com orientação favorável ocorre com energia igual ou superior à energia de ativação, antes da formação dos produtos, forma-se um estado intermediário e instável, denominado complexo ativado, em que as ligações dos reagentes estão enfraquecidas e as ligações dos produtos estão sendo formadas. Assim, a energia de ativação é a energia necessária para formar o complexo ativado.

Os cristais de iodo (Figura 16) tem a capacidade de sublimar, ou seja, passar do estado sólido diretamente para o estado gasoso. Para realizar essa mudança, necessita absorver calor. O vapor gerado por essa mudança apresenta a coloração marrom amarelada. O princípio da técnica de revelação utilizando o vapor de iodo está relacionado a essa mudança de estado. Coloca-se o material a ser examinado em um saco plástico selado junto a cristais de iodo. Agita-se o saco, movimento suficiente para gerar calor no microambiente. Ocorre, dessa forma, a sublimação e o vapor reagem com a impressão digital latente por meio de uma absorção física. É uma técnica extremamente simples e indicada para avaliação de pequenos objetos. Apresenta a vantagem de não danificar o vestígio, portanto, pode ser realizada antes de outras técnicas (DULTRA, 2009).

Figura 16 - Cristais de iodo usados para revelação de impressões.
FONTE: <http://www.infoescola.com>



Técnica da Ninidrina

Outra técnica muito usada é a da ninidrina. Nessa técnica os principais princípios químicos presentes que podem ser explorados são: Funções químicas; Funções orgânicas; Funções inorgânicas (PERUZZO; CANTO, 2002).

Funções químicas:

Em química, o grupo de algumas substâncias compostas que possuem propriedades químicas semelhantes, denominadas propriedades funcionais, recebe o nome de função química. Quando um determinado composto possui características como acidez ou basicidade, solubilidade em água, reatividade de acordo com determinada função química, diz-se que este pertence a esta função química. As funções químicas são divididas de acordo com a divisão clássica.

Existem quatro tipos de função inorgânica: óxido, ácido, base e sal. O critério de classificação dessas funções é o tipo de íons que se formam quando ela é dissolvida em água.

Em função da natureza inexistente dos compostos químicos, as funções podem primariamente ser divididas entre funções inorgânicas que são as funções de compostos que não possuem cadeia carbônica, que é a principal característica desses compostos.

Funções Inorgânicas:

Na Química Inorgânica as quatro funções principais são: ácidos, bases, sais e óxidos.

As primeiras três funções são definidas segundo o conceito de Arrhenius. Vejamos quais são os compostos que compreendem cada grupo:

Ácidos: São compostos covalentes que reagem com água (sofrem ionização), formando soluções que apresentam como único cátion o hidrônio, H_3O^{1+} (ou, conforme o conceito original e que permanece até hoje para fins didáticos, o cátion H^{1+}).

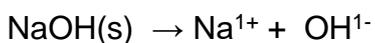
Exemplos:



Ácidos principais: Ácido Sulfúrico (H_2SO_4), Ácido Fluorídrico (HF), Ácido Clorídrico (HCl), Ácido Cianídrico (HCN), Ácido Carbônico (H_2CO_3), Ácido fosfórico (H_3PO_4), Ácido Acético (H_3CCOOH) e Ácido Nítrico (HNO_3).

Bases: São compostos capazes de se dissociar na água liberando íons, mesmo em pequena porcentagem, dos quais o único ânion é o hidróxido, OH^{1-} .

Exemplos:



Bases principais: Hidróxido de sódio (NaOH), Hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2), Hidróxido de magnésio (Mg(OH)_2) e Hidróxido de amônio (NH_4OH).

Sais: São compostos capazes de se dissociar na água liberando íons, mesmo em pequena porcentagem, dos quais pelo menos um cátion é diferente de H_3O^{1+} e pelo menos um ânion é diferente de OH^{1-} .

Sais principais: Cloreto de Sódio (NaCl), Fluoreto de sódio (NaF), Nitro de sódio (NaNO_3), Nitrato de amônio (NH_4NO_3), carbonato de sódio (Na_2CO_3), Bicarbonato de sódio (NaHCO_3), Carbonato de cálcio (CaCO_3), sulfato de cálcio (CaSO_4), Sulfato de magnésio (MgSO_4), Fosfato de cálcio ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) e Hipoclorito de sódio (NaClO).

Óxidos: São compostos binários (formados por apenas dois elementos químicos), dos quais o oxigênio é o elemento mais eletronegativo.

Exemplos:



Principais óxidos:

Óxidos básicos: Óxido de cálcio (CaO) e Óxido de magnésio (MgO).

Óxidos ácidos: Dióxido de carbono (CO_2);

Peróxido: Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2).

Funções Orgânicas:

Os compostos orgânicos se diferenciam dos inorgânicos por apresentarem átomos de carbono distribuídos em cadeias e/ou átomos de

carbono ligados diretamente a hidrogênio. Assim, o metano (CH_4) é um composto orgânico, mas o ácido carbônico (H_2CO_3) não.

As moléculas orgânicas podem ser sintetizadas por organismos vivos (sendo assim, naturais) ou em laboratório (artificiais). Entretanto, a definição inicial da química orgânica baseava-se na condição de que apenas seres vivos podiam produzi-las: sendo essa teoria derrubada pelo químico Friedrich Wöhler através da síntese artificial de uréia (orgânica) a partir de cianato de amônio (inorgânico).

Os compostos orgânicos podem ser classificados conforme os átomos constituintes, radicais ligantes ou natureza das ligações. Portanto essas características agrupam os compostos por semelhança que formam, assim, as funções orgânicas:

Hidrocarbonetos:

São compostos constituídos por, apenas, átomos de carbono e hidrogênio. Sendo essa função composta por uma ampla gama de combustíveis (metano, propano, acetileno).

Alcoóis:

Os álcoois são constituídos por radicais de hidrocarbonetos ligados a uma ou mais hidroxilas. Entretanto, nunca podem ser considerados bases de Arrhenius (pois não liberam essa hidroxila em meio aquoso).

Fenóis:

São cadeias aromáticas (hidrocarbonetos) ligados a uma ou mais hidroxilas. Diferindo-se dos alcoóis, portanto, por apresentarem estrutura em anéis rodeados por grupos OH.

Éteres:

São compostos por um átomo de oxigênio entre duas cadeias carbônicas. Sendo estas cadeias também de hidrocarbonetos (radicais alquila ou arila).

Ésteres: São semelhantes aos éteres por possuírem átomos de oxigênio entre as cadeias carbônicas (radicais). Porém, diferem-se destes por possuírem um grupo carbonilo (CO) também entre os carbonos. Assim, a molécula é estruturada por: radical – carbonilo – oxigênio – radical.

Aldeídos:

São formados por um radical orgânico (alifático ou aromático) ligado a um ou mais grupos formilo (HCO).

Cetonas:

São compostas por dois radicais orgânicos (alifáticos ou aromáticos) ligados entre si pelo grupo carbonilo (CO). É a essa função que pertence a acetona comercial (propanona - CH_3COCH_3).

Ácidos carboxílicos:

São radicais alquila, alquenila, arila ou hidrogênio ligados a pelo menos um grupo carboxílico (COOH). E, geralmente, são ácidos fracos (liberam poucos íons H^+ em meio aquoso).

Aminas:

São compostos nitrogenados onde até três radicais orgânicos (arila ou alquila) se ligam a um átomo de nitrogênio pela substituição de átomos de hidrogênio da molécula de amônia. De modo que um radical liga-se ao $-\text{NH}_2$, dois radicais a $-\text{NH}$ e três radicais a $-\text{N}$.

Amidas:

São bem parecidas com as aminas, exceto pela presença do grupo carbonilo. Assim, até três radicais acila (RCO) se ligam a um átomo de nitrogênio pela substituição de átomos de hidrogênio do amoníaco. Ou seja, as amidas possíveis são: RCONH_2 , $(\text{RCO})_2\text{NH}$, e $(\text{RCO})_3\text{N}$.

Haletos orgânicos: São compostos formados por halogênios (com $\text{NO}_x - 1$) que substituem átomos de hidrogênio pela reação de halogenação. É nessa função orgânica que se encontram os CFC (clorofluorcarbonetos).

Tabela 3 - Principais funções químicas
 FONTE: FONTE: <http://pt.wikipedia.org/funções>

FUNÇÃO	GRUPO FUNCIONAL
Hidrocarbonetos	C e H
Álcool	R - OH
Cetona	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R} - \text{C} - \text{R}' \end{array} \text{ ou } \text{R} - \text{CO} - \text{R}'$
Aldeído	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{R} - \text{C} \\ \\ \text{H} \end{array} \text{ ou } \text{R} - \text{CHO}$
Ácido Carboxílico	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{R} - \text{C} \\ \\ \text{OH} \end{array} \text{ ou } \text{R} - \text{COOH}$ $\text{ou } \text{RCO}_2\text{H}$

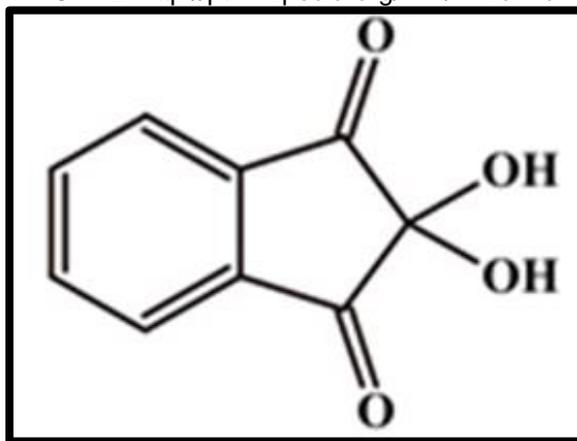
A ninidrina foi descoberta em 1910. Seu nome oficial é hidrato de triketohidrindeno. É reconhecida como de grande eficiência para revelação de impressões digitais latentes. Seu princípio de atuação é reagir com os aminoácidos contidos na impressão latente. A maior parte dos fluidos corporais (leite, sêmen, suor, sangue, etc.) reagem com o composto químico da ninidrina. Comumente ela se apresenta na forma líquida, em embalagem *spray*, mas também é encontrada na forma de cristal, com a aparência de pó branco, na maioria das lojas de produtos químicos (PERUZZO; CANTO, 2002).

A ninidrina é utilizada em superfícies absorventes e porosas, especialmente papéis. Sua aplicação pode ser com algodão ou pincel, ou pode ser borrifada por meio de uma bomba com bico difusor. Como sua composição molecular (figura 17) permite várias possibilidades, o material pode, também, ser imerso na própria solução de ninidrina. Após a aplicação, à temperatura ambiente, as impressões começarão a surgir em uma ou duas horas. A maior parte delas será revelada em 24 horas, porém, há impressões que

necessitarão de até 72 horas. A ninidrina revela tanto impressões recentes quanto aquelas produzidas há alguns anos (ARAÚJO, 2000).

Figura 17 - Representação da molécula da ninidrina.

FONTE: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ninidrina>



Muito embora as impressões reveladas durem por um período de tempo relativamente longo, estas aos poucos vão perdendo sua capacidade de contraste. Por isso, é necessário que sejam fotografadas. A revelação pode ser acelerada pela aplicação de calor, o que pode ser feito em forno aquecido em 80°C aproximadamente, ou pode-se utilizar ferro de passar roupas a vapor, ou, até mesmo, um secador de cabelos, cuidando para que o material examinado não seja chamuscado pelo calor. A revelação com o ferro de passar é quase instantânea, enquanto que com o forno leva alguns minutos. Os procedimentos para o uso dessa técnica devem ser feitos utilizando-se todos os materiais de proteção individual necessários, devido ao seu alto nível de toxicidade (IIDF/DPF, 2005).

A ninidrina é contraindicada em superfícies submetidas à ação da água, pois os aminoácidos são hidrossolúveis. O documento tratado com ninidrina deve ser manuseado com pinças ou luvas, caso contrário, a reação continuará revelando as impressões de quem estiver manuseando o papel após a aplicação do produto. O papel tratado com ninidrina deve ser protegido com um protetor plástico. Antes de aplicar o produto, considere a possibilidade de o solvente danificar o documento. Os cristais são irritantes às vias respiratórias. A maior parte dos solventes é extremamente inflamável, além de causar

irritações às vias aéreas. Portanto deve-se executar o trabalho em locais bem ventilados e de reduzido risco de incêndio. A ninidrina deve ser guardada em recipiente escuro, devido à possibilidade de deterioração (MAHAN; MYERS, 1995).

Técnica do Cianocrilato

Temos ainda a técnica do cianoacrilato, que é apresentado na forma líquida (figura 18), gel e bastão. O vapor do cianoacrilato polimeriza as substâncias úmidas das impressões papilares latentes, o que permite o seu processamento (fotografia, transporte, aplicação de reveladores), maximizando, assim, a qualidade da evidência para o posterior exame de confronto. Esta polimerização é o resultado da reação com a umidade dos sais minerais e as gorduras contidas nas impressões papilares latentes. O calor, a luz e a umidade são fatores que influenciam na reação do cianoacrilato, assim como o próprio cianoacrilato ($C_5H_5NO_2$) já polimerizado (KOTZ; TREICHEL, 2009).

Figura 18 - Aplicação do cianoacrilato na forma líquida.
FONTE: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Cianoacrilato>



Foi desenvolvido em 1951, no Tennessee, EUA. Na guerra do Vietnã (1966), era empregado pelas tropas americanas como adesivo de rápida ação

em ferimentos. A partir de 1984 passou a ser utilizado pela polícia federal alemã na revelação de impressões digitais. É encontrado no mercado como componente ativo das supercolas (Superbondar). Além de sua eficiência como revelador, sua utilização também objetiva a fixação dos vestígios papilares, proporcionando segurança e tranquilidade para o trabalho do perito papiloscopista (BARBERÁ; TURÉGANO, 1998).

Essa técnica apresenta os seguintes princípios químicos que podem ser explorados: Polimerização; Ligações químicas; Ligação iônica; Ligação covalente; Regra do octeto (ATKINS; JONES, 2012).

Reação de polimerização:

Polímeros (do grego, “muitas partes”) são macromoléculas constituídas pela repetição de uma pequena unidade molecular de um determinado composto químico, unidade esta que recebe o nome de monômero. A reação que dá origem a um polímero é denominada reação de polimerização, em que a molécula inicial (monômero) se agrupa sucessivamente com outras, produzindo o dímero, trímero, tetrâmero e, por fim, o polímero.

A reação de polimerização é um dos tipos mais importantes de composição de macromoléculas e, em geral, ocorre entre compostos de dupla ligação que se combinam quimicamente. Esse tipo de reação pode ser dividido basicamente em dois grupos: polimerização por adição e a polimerização por condensação.

Na polimerização por adição, a macromolécula final é formada pela junção de monômeros todos idênticos entre si. Nesse grupo, o monômero apresenta obrigatoriamente uma ligação dupla entre carbonos, no mínimo. No decorrer do processo de polimerização, ocorre o rompimento da ligação π^* , dando origem a duas novas ligações simples. A maior parte dos polímeros produzidos pela indústria mundial se dá pelo processo de adição, como exemplo disso, podemos citar:

- Polietileno – formado pela união de várias moléculas de etileno. Essa substância é muito utilizada na fabricação de recipientes para líquidos, objetos domésticos, sacolas plásticas, brinquedos e capas para fios elétricos.

- PVC (policloreto de vinila) – produto da junção moléculas de cloreto de vinila, muito empregado na produção de tubos para encanamentos, discos, sapatos plásticos, filmes para embalagens, entre outros.

Já na polimerização por condensação, o polímero é composto pela combinação de dois ou mais monômeros distintos entre si, ocorrendo a eliminação de moléculas mais simples, como, por exemplo, a água, nitrito (NH₃), ou ácido clorídrico (HCl). Nesse tipo de polimerização, os monômeros não apresentam necessariamente duplas ligações entre os carbonos, no entanto, é preciso apresentar dois tipos diferentes de grupos funcionais. Na natureza, podem ser encontrados importantes polímeros de condensação, tais como:

- Amido – composto pela condensação de milhares moléculas de glicose (C₆H₁₂O₂), com a perda de uma molécula de água. Trata-se da principal fonte de energia das plantas e das algas.

- Proteínas – macromolécula formada pela junção de várias moléculas de aminoácidos, também eliminando uma molécula de água.

Por meio da reação de polimerização, podem ser formados, ainda, os copolímeros. Esse grupo é composto pela união de dois ou mais monômeros diferentes, e essa reação pode ser tanto de adição quanto de condensação. Os principais exemplos da ocorrência desse processo são a buna-N e a buna-S, borrachas sintéticas especiais usadas na fabricação de pneus e mangueiras para líquidos corrosivos.

Ligações Químicas:

Basicamente, duas forças de naturezas distintas atuam no interior da matéria: são as forças intermoleculares, isto é, entre moléculas, e as forças intramoleculares, que agem no interior dessas moléculas, entre dois ou mais átomos. As forças intermoleculares podem ser descritas, sucintamente, como Pontes de Hidrogênio ou Forças de *Van der Waals*. As forças intramoleculares são as famosas ligações químicas, que podem ser do tipo iônico, covalente ou metálico. O propósito deste texto é abordar aspectos referentes às forças intramoleculares, isto é, referentes às ligações químicas.

Sem nenhuma dúvida, ainda hoje as forças que atuam entre átomos representam um dos aspectos mais intrigantes de todo o estudo da química.

Destas forças, as mais fortes são as ligações químicas, responsáveis pela união estável de átomos, resultando na formação de moléculas, sendo estas as bases constituintes de toda matéria que conhecemos.

As ligações químicas representam interações entre dois ou mais átomos, interações essas que podem ocorrer por doação de elétrons, compartilhamento de elétrons ou ainda deslocalização de elétrons. Cada um desses processos é caracterizado por uma denominação de ligação química. É importante, entretanto, salientar que a grande maioria das ligações não ocorre de modo a pertencer 100% a um determinado grupo. O que ocorre é determinada ligação apresentar propriedades intermediárias a um e a outro grupo. Mas esse aspecto intermediário raramente é abordado na literatura química, sendo utilizada a classificação predominante para a ligação química em questão.

De modo geral, como fora mencionado, pode ocorrer a doação e o recebimento de elétrons entre dois átomos, caracterizando uma ligação denominada de Ligação Iônica. Nessa ligação, predominam as forças eletrostáticas que atraem os íons de cargas opostas. A ligação iônica é a responsável pela formação de compostos iônicos, e ocorre entre um átomo metálico e um átomo não metálico, com doação de elétrons por parte do primeiro e recebimento de elétrons por parte do segundo.

Quando se combinam dois átomos que possuem uma mesma tendência de ganhar e perder elétrons, ocorre então a formação de uma Ligação Covalente. Sob essas condições, não ocorre uma transferência total de elétrons. Nesse processo, ocorre um compartilhamento de elétrons, aos pares. A ligação covalente sempre, entre dois átomos não metálicos, forma os compostos de natureza molecular, de modo a constituir uma molécula de natureza polar (ligação entre dois átomos diferentes) ou apolar (entre dois átomos iguais).

Já a Ligação Metálica traz um processo distinto. Os elétrons distribuem-se sobre núcleos positivos de átomos metálicos, formando uma nuvem eletrônica sobre toda estrutura da matéria formada, sendo esta a responsável pelas propriedades metálicas da matéria constituída.

Teoria do Octeto:

A teoria do octeto ou regra do octeto fundamenta-se a partir da tendência de os átomos realizarem ligações de modo a preencherem completamente a camada mais externa possível com exatamente 8 elétrons: sendo essa a configuração eletrônica dos gases nobres, os elementos menos reativos da tabela periódica (justamente pela sua “estabilidade” perante os outros elementos).

Pela sua configuração eletrônica e energética, os gases nobres (pelo menos alguns, como o xenônio) só se ligam a outros átomos em condições especiais de temperatura e pressão. E, mesmo assim, os compostos formados não são, de fato, duradouros (são instáveis).

O hélio é o único elemento cujos átomos possuem 2, e não 8, elétrons na camada de valência.

Ionização:

Apesar de a forma mais “natural” de um átomo completar o octeto ser através de uma ligação química, esse estado pode ser atingido com o fornecimento de energia para a adição, ou remoção, de elétrons. Portanto, as propriedades periódicas de cada elemento podem relacionar justamente a facilidade com que determinado átomo de determinado elemento consegue ganhar ou perder elétrons (afinidade eletrônica – energia liberada, ou absorvida, ao receber um elétron no estado fundamental e gasoso, e potencial de ionização – energia mínima necessária para que um elétron seja retirado de um átomo no estado fundamental e gasoso).

Assim, considerando que o flúor possui alto valor absoluto de afinidade eletrônica e um valor relativamente alto de potencial de ionização, pode-se afirmar que a espécie F^- é mais “estável” (estável no contexto energia/preenchimento eletrônico) que o átomo F. Ou seja, se conseguirmos adicionar um elétron à eletrosfera do átomo de flúor, faremos com que o mesmo torne-se similar a um gás nobre, o neônio, (sem necessitar que esteja ligado a outro átomo).

Da mesma forma, considerando que o sódio possui alto valor absoluto de afinidade eletrônica e baixo valor de potencial de ionização, se conseguirmos remover o elétron mais externo de sua eletrosfera, também

faremos com que adquira condição semelhante aos gases nobres (nesse caso, também o neônio).

Restrições à Teoria:

Apesar de a regra do octeto ser aplicável a maioria das estruturas químicas, alguns casos não a seguem. Um exemplo é o PCl_5 (o fósforo contém 10 elétrons na camada de valência), justificável pelo fato de que os átomos que possuem orbitais nd ou $(n-1)d$ disponíveis, conseguem expandir a camada de valência e “acomodar” mais elétrons que o necessário para atingir a condição energética de um gás nobre.

Essa expansão não é válida para átomos de elementos dos grupos 1 e 2 da tabela, pois não existem orbitais $1d$ ou $2d$ e os orbitais $3d$ não estão disponíveis, pois apresentam energia muito alta.

Técnica do Nitrato de Prata

Por fim, veremos a técnica do nitrato de prata. Apresentando como principais princípios químicos presentes: Reações químicas; Equações químicas; Balanceamento de equações (MAHAN; MYERS, 1995).

Reações Químicas:

As substâncias podem combinar-se com outras substâncias transformando-se em novas substâncias. Para estas transformações damos o nome de Reações Químicas.

Reação Química é um fenômeno onde os átomos permanecem intactos. Durante as reações, as moléculas iniciais são “desmontadas” e os seus átomos são reaproveitados para “montar” novas moléculas.

No nosso cotidiano, há muitas reações químicas envolvidas, como por exemplo, no preparo de alimentos, a própria digestão destes alimentos no nosso organismo, a combustão nos automóveis, o aparecimento da ferrugem, a fabricação de remédios, etc.

Equação Química:

A forma que representamos a reação química chama-se Equação Química.

Equação Química – é a representação gráfica da reação química.

Nela colocamos os elementos que estão envolvidos na reação, de forma abreviada, e como ela aconteceu, através de símbolos já padronizados.

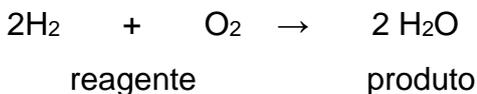
As Equações Químicas representam a escrita usada pelos químicos e de forma universal, ou seja, é a mesma em qualquer país.

As substâncias que participam da reação química são chamadas de produtos ou reagentes na equação química.

Reagentes (1° membro) – são as substâncias que estão no início da reação. São as que irão reagir, sofrer a transformação.

Produtos (2° membro) – são as substâncias resultantes da reação química.

Exemplo: Duas moléculas de gás hidrogênio juntam-se com uma molécula de gás oxigênio formando duas moléculas de água.



Observe que o H₂ e o O₂ são reagentes e H₂O é o produto.

Para representar a reação química, utiliza-se uma seta apontando para o lado direito, indicando a transformação.

Balanceamento de Equações Químicas:

A estequiometria de uma reação química é de suma importância por informar o reagente limitante, a massa e volume (no caso de gases) finais dos produtos, a quantidade de reagentes que deve ser adicionada para que determinada quantidade de produto seja obtido, dentre outros dados. Portanto, o balanceamento de equações químicas deve ser feita sempre que se deseja retirar alguma informação acerca de uma reação fornecida.

Para que o balanceamento de reações químicas seja feito de maneira correta, deve-se atentar para os seguintes princípios:

1) Lei de conservação de massa: Essa lei indica que a soma das massas de todos os reagentes deve ser sempre igual à soma das massas de todos os produtos (princípio de Lavoisier).

2) Lei das proporções definidas: Os produtos de uma reação são dotados de uma relação proporcional de massa com os reagentes. Assim, se 12g de carbono reagem com 36g de oxigênio para formar 48g de dióxido de carbono, 6g de carbono reagem com 18g de oxigênio para formar 24g de dióxido de carbono.

3) Proporção atômica: De maneira análoga à lei das proporções definidas, os coeficientes estequiométricos devem satisfazer as atomicidades das moléculas de ambos os lados da equação. Portanto, são necessárias 3 moléculas de oxigênio (O₂) para formar 2 moléculas de ozônio (O₃).

Deve-se lembrar que, de acordo com a IUPAC, os coeficientes estequiométricos devem ser os menores valores inteiros possíveis.

Métodos de Balanceamento: Método das tentativas:

Como o nome já sugere, consiste na escolha de números arbitrários de coeficientes estequiométricos. Assim, apesar de mais simples, pode se tornar a forma mais trabalhosa de balancear uma equação.

Método Algébrico:

Utiliza-se de um conjunto de equações, onde as variáveis são os coeficientes estequiométricos. Sendo que, essas equações podem ser solucionadas por substituição, escalonamento ou por matrizes (através de determinantes).

Exemplo: $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$

Passo 1: Identificar os coeficientes.

$\underline{a}\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \underline{b}\text{N}_2\text{O} + \underline{c}\text{H}_2\text{O}$

Passo 2: Igualar as atomicidades de cada elemento respeitando a regra da proporção atômica. Assim, deve-se multiplicar a atomicidade de cada elemento da molécula pelo coeficiente estequiométrico identificado anteriormente.

Para o nitrogênio: $2\underline{a} = 2\underline{b}$ (pois existem 2 átomos de N na molécula NH_4NO_3)

Para o hidrogênio: $4\underline{a} = 2\underline{c}$

Para o oxigênio: $3\underline{a} = \underline{b} + \underline{c}$

Ou seja, o número de átomos de cada elemento deve ser igual no lado dos reagentes e no lado dos produtos.

Passo 3: Resolver o sistema de equações

Se $2a = 2b$, tem-se que $a = b$.

Se $4a = 2c$, tem-se que $2a = c$.

Portanto, atribuindo-se o valor arbitrário 2 para o coeficiente a, tem-se:

$a = 2, b = 2, c = 4$.

Mas, como os coeficientes devem ser os menores valores inteiros possíveis:

$a = 1, b = 1, c = 2$.

Passo 4: Substituir os valores obtidos na equação original

$1\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 1\text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$, ou simplesmente, $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$

Método Redox:

Baseia-se nas variações dos números de oxidação dos átomos envolvidos de modo a igualar o número de elétrons cedidos com o número de elétrons ganhos. Se no final do balanceamento redox faltar compostos a serem balanceados, deve-se voltar para o método das tentativas e completar com os coeficientes restantes.

Exemplo: $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} \rightarrow \text{FeO} + \text{CO}_2$

Passo 1: Identificar os átomos que sofrem oxirredução e calcular as variações dos respectivos números de oxidação.

Sabendo-se que o Nox do oxigênio é -2 para todos os compostos envolvidos. O Nox do Ferro varia de +8/3 para +2. E, o Nox do carbono de +2 para +4.

Portanto, o ferro se reduz e o carbono se oxida.

$\Delta\text{Fe} = 8/3 - 2 = 2/3$ (variação de Nox do ferro)

$\Delta\text{C} = 4 - 2 = 2$ (variação de Nox do carbono)

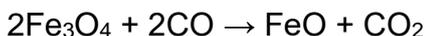
Passo 2: Multiplicar a variação de Nox pela respectiva atomicidade no lado dos reagentes e atribuir o valor obtido como o coeficiente estequiométrico da espécie que sofreu processo reverso. Assim, o número obtido pela

multiplicação da variação de Nox do ferro pela sua atomicidade deve ser atribuído como o coeficiente estequiométrico da molécula de CO.

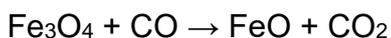
$$\text{Para o ferro: } 2/3 \cdot 3 = 2$$

$$\text{Para o carbono: } 2 \cdot 1 = 2$$

Portanto, o coeficiente do Fe_3O_4 é igual a 2, e o coeficiente do CO também.



Simplificando-se os coeficientes para os menores valores inteiros possíveis, tem-se:



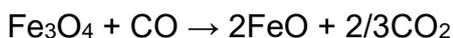
Passo 3: Acrescentar os coeficientes restantes

Para completar o balanceamento, pode-se realizar o mesmo procedimento utilizado no lado dos reagentes (multiplicando a variação de Nox pela atomicidade do elemento na molécula) ou realizar o método de tentativas.

A primeira opção é a mais viável, embora para equações mais simples (como a indicada como exemplo) possa ser utilizado o segundo método. O fato é que ambos os métodos devem levar à mesma resposta final.

Como a atomicidade do carbono no CO_2 é igual a 1, multiplicando-se pela variação do Nox 2, obtém-se o coeficiente 2 para o FeO. Do mesmo modo, sendo a variação de Nox do ferro igual a 2/3, multiplicando-se pela atomicidade 1 na molécula de FeO, obtém-se o coeficiente 2/3 para o CO_2 .

Agora, basta balancear o lado dos produtos:



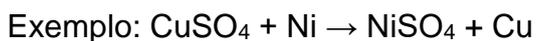
Como os coeficientes devem ser os menores valores inteiros possíveis, deve-se multiplicar a equação por 3/2 a fim de retirar o coeficiente fracionário do CO_2 :



Método Íon-Elétron:

Baseia-se na divisão da reação global de oxirredução em duas semi-equações. Sendo que, para a semi-equação de redução deve-se acrescentar os elétrons no lado dos reagentes e o ânion no lado dos produtos. De forma análoga, para a semi-equação de oxidação, deve-se adicionar os elétrons no

lado dos produtos junto à espécie oxidada, enquanto que no lado de reagentes deve estar a espécie mais reduzida.



Passo 1: Identificar as espécies que sofrem oxidação e redução

No composto CuSO_4 , o cobre possui Nox +2 e transforma-se em cobre puro com Nox 0. Assim como, o Níquel puro passa do estado 0 para o estado de oxidação +2. Portanto, o cobre 2+ sofre redução e o níquel oxidação.

Passo 2: Escrever as semi-equações



Passo 3: Somar as semi-equações de modo a balanceá-las e cancelar os elétrons cedidos com os ganhos

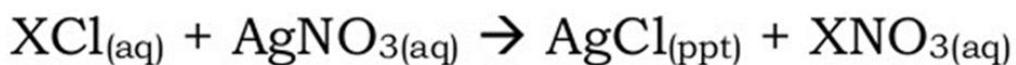


Caso a quantidade de elétrons cedidos e ganhos não fosse igual, as duas semi-equações deveriam ser multiplicadas por números inteiros de modo a equilibrar as cargas.

Se a equação inicial possuir íons H^+ em um dos lados ou átomos de oxigênio, também em um dos lados, deve-se balancear a primeira espécie com moléculas de hidrogênio e a segunda com moléculas de água.

O nitrato de prata reage com os cloretos produzindo cloreto de prata (Figura 19), um composto que se torna cinza escuro ao ser exposto à luz.

Figura 19 - Reação produzida pelo nitrato de prata.
 FONTE: Chemello, E. Química Virtual, Dezembro, (2006)



Esta é uma técnica bastante utilizada e baseia-se na reação do nitrato de prata com os íons cloreto presentes nas secreções do suor e consequentemente nas impressões digitais. O princípio da técnica consiste em mergulhar a superfície a ser analisada em um recipiente contendo solução 5% de nitrato de prata (AgNO_3) por 30 segundos. O cloreto de prata (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).

1.7 - A perícia papiloscópica como instrumento pedagógico no ensino e divulgação da química

Uma vez esclarecido do que se trata a perícia papiloscópica e apresentado alguns de seus materiais e técnicas, pode-se perceber os diversos princípios químicos presentes nesta área. Entretanto, a ciência química, tanto no âmbito escolar quanto num contexto geral, ainda apresenta obstáculos quanto à compreensão de seus conceitos. Apesar da abordagem por meio de temas contextualizados e relacionados a tecnologia, ainda é difícil encontrar um material didático que desperte o interesse dos estudantes. Propõe-se uma forma de contextualização e divulgação da química que contribua para dar significação aos conteúdos, facilitando assim, o estabelecimento de relações desses conteúdos com outros campos do conhecimento. Para tal, é utilizada a perícia papiloscópica como tema central para enfatizar uma visualização real e de forma crítica, que possibilite observar sua importância prática.

No Brasil a produção de pesquisa tem sido compatível à de países avançados. A disseminação dos resultados também tem sido satisfatória. Somente a reprodução nas práticas docentes dos três níveis não é boa. Nem mesmo nos cursos de formação de professores tem se considerado novos materiais didáticos e resultados de pesquisas recentes. A maioria dos cursos de formação de professores está mais próximo dos anos 1970 do que de hoje (DELIZOICOV, 2011).

A produção de pesquisas educacionais no Brasil é significativa quanto ao uso de inovações na melhoria do processo ensino aprendizagem, no entanto, geralmente, escolas e professores utilizam apenas livros didáticos, os quais não contemplam ou valorizam essa produção. Muitas vezes, os alunos se

deparam com conteúdo desatualizados e que ainda demonstram uma imagem da ciência como a ciência do quadro negro, com ausência de experimentação e de sua relação com a vida cotidiana (FRACALANZA, 2005).

Há uma grande quantidade de pessoas que, independentemente de seu nível social e/ou intelectual, procuram entender a forma que a perícia utiliza a ciência como ferramenta para solucionar os mais diversos tipos de casos. A ciência participa cada vez mais do cotidiano das pessoas ao mesmo tempo em que exerce importante função social e econômica.

A investigação da cena do crime é o momento inicial da aplicação da ciência à lei. O papel da perícia é encontrar os vestígios deixados e transformá-los em provas, por meio da análise baseada em princípios técnico-científicos consagrados e independentes de meras interpretações subjetivas.

As relações entre ciência e sociedade têm sido, principalmente nas últimas décadas, profundamente marcadas pela multidisciplinaridade e aplicabilidade. Esse aumento da esfera de influência da ciência na vida cotidiana tem trazido consequências em diversas áreas, com impacto social e ambiental tanto positivo quanto negativo, o que tem gerado controvérsias e debates. São apontadas por pesquisas educacionais inúmeras dificuldades relacionadas ao ensino e um dos elementos para enfrentar e minimizar esses problemas com relação à química tem sido a contextualização de conteúdo (MONTERO; TAPIA, 2004).

Parece necessário que os professores conheçam alguns mecanismos para impulsionar a aprendizagem a partir de estratégias facilitadoras, bem como construir um novo olhar sobre o fracasso e insucesso de certas práticas voltadas para divulgação científica. Nesse sentido, Maia (2011) destaca que reconhecer os processos cognitivos subjacentes à aprendizagem, possibilitará identificar quais os aspectos cognitivos estão impedindo o processamento da informação e poderá promover modificações que permitam a aprendizagem.

Diante desses fatos, evidencia-se a necessidade de nova abordagem que contemple a ciência química de modo plausível. Além disso, a divulgação de conhecimentos disponíveis insere os professores e os alunos no universo da pesquisa científica como usuários desses recursos, podendo interferir, de forma crítica e com qualidade, nos diversos aspectos que geraram a lacuna entre o livro didático e a produção científica. Capturar a atenção dos alunos

vem sendo cada dia mais difícil. Nesse contexto, é que se propõe a abordagem da perícia papiloscópica como algo atrativo que seduza a atenção dos alunos, dando oportunidade para a observação dos princípios químicos presentes nesta atividade prática.

O estudo da atenção parece ser uma área que pode contribuir de forma relevante para o acompanhamento da aprendizagem. Este é o estudo de como o cérebro seleciona quais estímulos sensoriais descartar e quais transmitir para níveis superiores de processamento. Essa seleção ocorre mediante as funções e mecanismos da atenção, que estão presentes, por exemplo, nas pessoas frente à atividade pericial (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2010).

A orientação para ação no processo ensino aprendizagem se manifesta na atenção mediante o qual, utilizando ativamente os conhecimentos conceituais, procedimentais e estratégicos proporcionados pela divulgação da ciência. Porém, manifesta-se na atenção aos resultados, que geram estados emocionais diferentes conforme sejam percebidos como progresso ou êxito, como paralisação ou fracasso. Manter a atenção a uma explicação ou a realização de uma tarefa é determinado inicialmente pela curiosidade que despertam e, sobretudo, pela percepção de sua relevância (MONTERO; TAPIA, 2004).

Do mesmo modo, Ballone e Moura (2008) dizem que o nível da atenção depende de vários fatores, sendo que o principal é o interesse, pois diante de uma variedade de objetos, a atenção se dispersa distribuindo pequenas quantidades de energia a eles. Porém, quando concentramos a atenção num único objeto de interesse, toda a energia se orienta neste sentido e os demais estímulos são dispensados. E o objeto em que se concentrou a atenção revela características, que antes haviam passado despercebidas quando este se achava imerso nos demais.

Na sala de aula a grande preocupação dos professores é fazer com que todos os estudantes prestem atenção, se interessem pelos conteúdos e se esforcem para aprender. Percebe-se que muitos estudantes começam prestando atenção nas explicações e atividades, mas à medida que encontram dificuldades vão se distraindo e deixando de realizar tal tarefa. Parece existir uma tênue linha separando os termos ensinar e divulgar. Ao mesmo tempo em que se encontram afirmações sobre a função social de ambas as práticas que

as aproximam atribuindo tanto para escola quanto para as mídias o papel de ensino, sendo inclusive complementares, é possível identificar posições que fazem questão de diferenciá-las, sendo que a divulgação tem o papel motivador como instrumento pedagógico sem substituir o aprendizado sistemático (MONTERO; TAPIA, 2004).

É na prática diária do ensino formal nas escolas que se manifestam os comportamentos incompatíveis com a aprendizagem. Sendo a falta de atenção dos estudantes uma das principais queixas dos professores sobre as dificuldades em sala de aula. Isso, conforme Flor e Carvalho (2011), decorrem da ausência de estímulos para aprender.

Os estudantes desmotivam se não sabem aprender, corrompendo o foco da atenção, buscando estratégias para resolver logo o problema ou se livrar dele, por exemplo, quando o pensamento está na dificuldade ou capacidade de realizar tal atividade, o foco da atenção está na autoestima ou em como evitá-la, por isso é mais difícil que seu interesse e sua motivação mudem ao longo da atividade. O foco da atenção voltado para a aprendizagem deve possibilitar ao pensamento a capacidade de analisar maneiras possíveis para realizar a atividade. A atenção, desse modo, é orientada a buscar estratégias e informações necessárias para fazer a tarefa com a maior possibilidade de êxito.

Montero e Tapia (2004), concordam que essas dificuldades estão relacionadas com a capacidade de motivação dos estudantes. E acrescentam que o foco da atenção no processo motivacional é necessário à aprendizagem, pois se mantém durante todo o processo de realização e conduz para a eficiência ou não da realização da atividade.

Segundo o entendimento de Lima (2005), os fatores que podem influenciar a atenção, podem ser: O contexto no qual o indivíduo está inserido, as características dos estímulos, expectativas, motivação, relevância da tarefa desempenhada, estado emocional e experiências anteriores. Do mesmo modo, Maia (2011) concorda que a atenção e seus mecanismos são componentes essenciais para o desenvolvimento de todos os processos cognitivos e de aprendizagem, mas sua eficiência também depende de outros fatores como a motivação. Entende-se com isso que também deva haver certa dose de persuasão na abordagem para que haja real reflexão sobre a ideia e não apenas uma concordância pacífica e sem resultados.

Além do domínio da atenção, o aumento do interesse dos jovens pela ciência, tão almejado pelos professores, pode ser também impulsionado sensivelmente a partir da popularização do conhecimento científico. Popularizar é muito mais do que vulgarizar ou divulgar a ciência. É colocá-la no campo da participação popular e sob o crivo do diálogo com a sociedade (GERMANO; KULESZA, 2006).

É possível haver bom rendimento na produção de conhecimento científico por parte do jovem em idade escolar tanto fora quanto dentro do ambiente escolar. Grande parcela da aprendizagem e compreensão sobre ciência pelo público é oriunda do setor de livre aprendizagem. Este inclui museus, televisão, rádio, Internet, revistas, jornais, livros, parques e organizações comunitárias de todo tipo: juvenis, de adultos, religiosas, ambientalistas, de saúde, esportes e recreação (TAFNER, 2007).

Até o final do século passado, o termo vulgarização científica designava especificamente a ação de falar de ciência para os leigos. Hoje essa expressão é tida como pejorativa, evitada por aqueles que trabalham com o tema da relação entre público e ciência (VERGARA, 2010).

Divulgação científica também é um conceito mais amplo do que comunicação científica. É preciso democratizar a ciência e isso envolve pensar a dimensão política da difusão científica, incluir a participação da sociedade no debate sobre a produção das pesquisas e de seus resultados.

“[...] importante frisar que a divulgação científica não se restringe ao campo da imprensa. Inclui os jornais e revistas, mas também os livros didáticos, as aulas de ciências do 2o grau, os cursos de extensão para não especialistas, as estórias em quadrinhos, os suplementos infantis, muitos dos folhetos utilizados na prática de extensão rural ou em campanhas de educação voltadas, por exemplo, para as áreas de higiene e saúde, os fascículos: produzidos por grandes editoras, documentários, programas especiais de rádio e televisão, etc” (BUENO, 1985).

Deve-se pressupor a responsabilidade do pesquisador perante a sociedade, segundo Morin (2003), essa responsabilidade é uma noção humanística e ética, válida apenas se o sujeito obtiver a consciência científica.

Portanto, o conhecimento científico e tecnológico deve ser compreendido de forma clara e concisa, reduzindo a distância entre produção de pesquisa e ensino. Assim a divulgação científica fará seu verdadeiro papel dentro de um processo de educação coletiva.

1.8 - Transposição didática do conhecimento

Para que haja ampla visão didática dessa pesquisa, apresenta-se aqui um olhar sobre a maneira de trazer saberes sociais oriundos da cultura extraescolar, que muitas vezes são adquiridos a partir do contato com as mídias (séries de tevê, livros, filmes, revistas, etc.), ou podem ser outros conteúdos de ensino. Tal conteúdo é explícito nos programas de ensino e implícitos no conhecimento público da comunidade social, pois já ocupam um lugar na cultura e no coletivo (LOPES, 1997).

Sendo assim, esse momento apenas propõe que, a partir da ideia central da proposta de ensinar e divulgar princípios químicos, haja uma reflexão sobre a linguagem adotada nas aulas de química, de maneira a possibilitar questionamentos sobre uma prática que torne o aluno partícipe de sua própria aprendizagem, aproveitando melhor suas próprias concepções. E isso só parece possível uma vez que se entenda a dinâmica de transposição do conhecimento científico (ALMEIDA, 2011). Entretanto, não caberá aqui um aprofundamento desse tema, mas apenas suas definições e contribuições na aplicação dessa proposta.

Desde a sua concepção na comunidade científica até passar a ser ensinado na sala de aula o saber passa por transformações que o faz mudar de forma. Essas transformações, Chevallard (1991), batizou de Transposição Didática (TD).

Transposição didática é, portanto, a transformação de um conteúdo de saber objetivo para uma versão didática. Para isso ocorrer, esse saber sofre uma série de adaptações até se tornar objeto de ensino. O saber é condicionado por fortes exigências impostas pela instrução escolar e o sistema didático, com objetivos mais restritos e direcionados.

Petitjean (1998), observa que a escola não ensina saberes em estado puro, mas conteúdos de ensino, pressionada por inúmeras exigências, como especificidades da instrução, do currículo, dos alunos e do próprio professor. As transformações que passa o saber objetivo devem ser, pois, consideradas mais como diferenças do que como simplificações.

Mas, segundo Chevallard (1991), ao longo do processo de transposição didática, o saber científico para se transformar em noções suscetíveis de aprendizagem, passa por certos reducionismos e até mesmo falsificações. O autor ainda questiona se ela é boa ou ruim. Ao que ele responde da seguinte forma: Não existe, porém, uma resposta que dê conta da complexidade do assunto.

Torna-se visível a possível contribuição da proposta no processo de transposição do saber. Uma vez que pode ajudar na associação e integração entre as composições de conhecimento empírico não formal e o conhecimento já enquadrado nos moldes tradicionais de emprego formal. Afinal, é tarefa da educação escolar a conversão do saber objetivo em saber escolar, de modo a torná-lo assimilável (SAVIANI, 1994).

Tal processo de conversão do conhecimento científico nos encaminha ao estudo da transposição didática, que todo professor de alguma forma realiza, no esforço de possibilitar aos seus alunos a apropriação e a reconstrução daquele saber (FORQUIN, 1993).

Todas as maneiras viáveis de modernizar o ensino parecem ser bem vindas. Então, propor a interação do público alvo com a ciência química pelo prisma da perícia papiloscópica pode também ser proveitosa para o processo ensino/aprendizagem dessa disciplina. Quanto à função desta proposta com relação à sua relevância para o processo ensino aprendizagem, almeja-se alcançar os seguintes fatores: o motivacional para provocar o interesse do aluno pela química, pelo conteúdo abordado, despertar curiosidade, motivá-lo a estudar química, além de torna-la mais prazerosa; Aquisição de conhecimento, objetiva a aprendizagem de conteúdo específicos da química por meio de determinados temas; Desenvolvimento de atitudes e valores para compreensão da ciência e tecnologia para atuar no mundo físico-social, desenvolvimento de competências de análise, síntese e julgamento.

1.9 - Construindo uma linguagem de educação não formal

Libâneo (2008) escreve que educação formal “refere-se a tudo o que implica forma, isto é, algo inteligível, estruturado, o modo como algo se configura. Educação formal seria, pois, aquela estruturada, organizada, planejada intencionalmente, sistemática”.

Ou seja, educação formal compreende o sistema educacional institucionalizado, hierarquicamente estruturado e cronologicamente graduado. E já a educação não formal, segundo Libâneo (2008), não se submete a ordenamentos jurídicos do estado, compreende toda atividade educativa organizada e sistemática que ocorre fora do sistema oficial de ensino, com o objetivo de facilitar determinados tipos de aprendizagem a grupos específicos da população. Refere-se àquelas “atividades com caráter de intencionalidade, porém com baixo grau de estruturação e sistematização, implicando certamente relações pedagógicas, mas não formalizadas”.

Aprendizado informal era o termo utilizado para descrever o aprendizado científico sucedido fora dos locais tradicionais de ensino, como escolas e universidades. Entretanto, alguns pesquisadores acreditam que o perfil e o modo de aprendizado se modificaram. Dessa forma, uma revolução no campo educacional estaria a acontecer à medida que as pessoas procuram conhecimentos específicos sobre uma grande gama de assuntos em suas horas livres por vontade própria, interesse ou curiosidade. Tal comportamento tornou-se uma tendência. Por isso tem crescido uma corrente que o chama de “aprendizado de livre-escolha” (DIERKING, 2005).

A educação formal caracteriza-se por ser altamente estruturada. Desenvolve-se no seio de instituições próprias (escolas e universidades) onde o aluno deve seguir um programa pré-determinado, semelhante ao dos outros alunos que frequentam a mesma instituição. A educação não formal processa-se fora da esfera escolar e é veiculada pelos museus, meios de comunicação e outras instituições que organizam eventos de diversa ordem, tais como cursos livres, feiras e encontros, com o propósito de ensinar ciência a um público heterogêneo. A aprendizagem não formal desenvolve-se, assim, de acordo com os desejos do indivíduo, num clima especialmente concebido para se

tornar agradável. Finalmente, a educação informal ocorre de forma espontânea na vida do dia-a-dia através de conversas e vivências com familiares, amigos, colegas e interlocutores ocasionais (MAARSCHALK, 1988).

A educação não formal foi um campo de pouca importância no Brasil, no que tange às políticas públicas e também entre os educadores. Só a partir dos anos 1990, essa modalidade ganha um grande destaque, graças às mudanças na economia, sociedade e mundo do trabalho. Os processos de aprendizagem em grupos são valorizados e os valores culturais que articulam as ações dos indivíduos ganham grande importância. “Passou-se ainda a falar de uma nova cultura organizacional que, em geral, exige a aprendizagem de habilidades extraescolares” (GOHN, 2008).

Não parece difícil a compreensão do venha a ser um espaço não formal de ensino. Porém, talvez, seja necessária uma visão holística dessa forma de aprender. A proposta é contemplar também a “linguagem” utilizada por quem atua no meio educacional como mais uma ferramenta de apoio à educação científica. Todo e qualquer cidadão comum, que utilize e consuma bens e serviços, relaciona-se direta ou indiretamente à ciência em seu cotidiano. Ao andar de carro, ao fazer compras, ao assistir televisão, ou mesmo em tarefas domésticas. O ensino da química é, portanto, agente promotor da formação do cidadão capaz de tomar decisões críticas acerca dos processos e possibilidades que o cercam. São muitos os espaços sociais da educação. A importância desses espaços educacionais não formais ampliou-se de maneira paralela ao desenvolvimento científico. Há a necessidade de alfabetizar cientificamente a sociedade (MARANDINO, 2009).

É importante que fique claro que a linguagem referida não é apenas a adoção de terminologias ou expressões técnicas e científicas. Mas uma contemplação de todo o universo de fontes de informações em que as pessoas estão imersas hoje em dia. Entre elas estão os vários canais de contato com veiculações relacionadas à ciência química.

Rocha e Terán (2010), ao discutirem a importância dos espaços não formais para o ensino de ciências, destacam a relevância da escola nesse processo e pontuam a impossibilidade de alcançar uma educação científica, sem a parceria da escola com estes espaços.

E educação científica não pode ser entendida como algo simples de se alcançar, somente utilizando um espaço não formal. Ela perpassa noções e métodos utilizados, cultura, planejamento e formação de uma consciência científica. A consolidação da utilização dos espaços não formais deverá ser complementada com uma abordagem palpável. Nesse contexto, é onde podemos inserir a relevância da perícia papiloscópica como um meio de aproximação entre algo popular e a ciência.

Segundo Chassot (2010), o conhecimento chega hoje nas escolas de todas as maneiras e com as mais diferentes qualidades, tornando evidente outras posturas por parte dos professores. Precisamos mudar de informadores para formadores e os espaços não formais aliados às escolas tornam-se um marco de construção científica e de produção de conhecimento. O autor propõe também uma educação que alfabetize política e cientificamente homens e mulheres, tendo o desafio de romper com paradigmas já existentes em busca de novas maneiras de ensinar nestes novos tempos.

Assim, fica evidente a concreta viabilidade do uso da temática da perícia papiloscópica para falar de ciência, sabendo-se que esse é um tema recorrente em discursões informais. E educação informal compreende um processo permanente, espontâneo e não organizado. Os conhecimentos são repassados por meio das experiências e práticas cotidianas que ocorrem durante o processo de socialização dos indivíduos na família, no bairro, no clube, no cinema, na igreja etc.; e são carregados de valores, crenças e marcas culturais.

A adoção de uma postura conciliadora entre a ciência e os indivíduos se apresenta afinada com o entendimento de Demo (2009) quando diz que: "Sempre que possível deve haver amplo debate levando-se em conta as ideias dos alunos, oferecendo condições para que se criem soluções para os problemas colocados e que, de fato, pode-se propiciar a participação deles no processo educacional em direção à construção da sua cidadania".

CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA

A pesquisa exige tempo e profundidade para atender o processo que ela própria desencadeia. É normal haver uma certa ansiedade, uma vez que queremos logo chegar a um destino previamente determinado. Estando tão apressados para chegar onde se quer, esquecemos que o importante mesmo não é chegar, mas permanecer navegando fazendo do trajeto o destino e do destino um lugar imaginário que garante a essencialidade do processo investigativo, qual seja, a permanente busca (PIMENTA; GHEDIN; FRANCO, 2006).

A importância da pesquisa se dá no movimento que compreende os docentes como sujeitos que podem construir conhecimento sobre o ensinar na reflexão crítica sobre sua atividade, na dimensão coletiva e contextualizada institucional e historicamente (PIMENTA; GHEDIN; FRANCO, 2006).

A experiência é aquele instante em que nos falta as palavras, quando falta a linguagem e o mundo nos preenche por inteiro. É aquele instante em que o objeto nos toma por inteiro e nos identificamos com ele o suficiente para nós percebemos radicalmente outro. Assim, a experiência é a possibilidade de experimentar um modo de ser que nos permite, na turbulência do tempo, encontrar uma direção para dizer ao mundo e anos mesmo ou, então, dizer-nos à medida que somos numa trajetória que não se percorre isolada de cada tempo histórico (PIMENTA; GHEDIN; FRANCO, 2006).

Pesquisa e conhecimento não são problemas que criamos propositadamente, como se estivéssemos inventando algo, mas refletem o fato de a realidade ser em si mesma problemática, e de a pesquisa, a mais de ser uma realidade para refletir, refletir sobre a realidade (PIMENTA; GHEDIN; FRANCO, 2006).

Para enfoque qualitativo a coleta de dados é fundamental, só que seu objetivo não é medir variáveis para tirar conclusões e fazer análise estatística. O que procura é obter informação de indivíduos, comunidades, contexto, variáveis ou situações em profundidade, nas próprias “palavras”, “definições” ou “termos” dos indivíduos em seu contexto. O pesquisador qualitativo utiliza uma postura reflexiva e tenta, da melhor forma possível, minimizar suas

crenças, fundamentos ou experiências de vida, relacionados como tema de estudo. Tenta-se que eles não interfiram na coleta de dados, e na obtenção dos dados dos indivíduos exatamente como eles os demonstraram.

Segundo Sampieri, Collado e Lucio (2006), essa observação qualitativa possui o objetivo de explorar ambientes, contexto, subcultura e a maioria dos aspectos da vida social; e também escrever comunidades, contextos ou ambientes, e as atividades que se desenvolvem neles, as pessoas que participam em tais atividades e os significados das atividades; além de compreender processos, inter-relação entre pessoas e suas situações ou circunstâncias, e eventos que ocorram com o tempo, assim como os padrões que são desenvolvidos, e os contextos sociais e culturais onde acontecem as experiências humanas; e também identificar problemas e gerar hipóteses para futuros estudos.

2.1 - Realização da pesquisa

Além dos objetivos e das questões que levam a realizar uma pesquisa, faz-se necessário justificar e expor as razões que levaram à sua escolha. A maioria das pesquisas é efetuada com um objetivo definido, não simplesmente por opção de alguém; e esse objetivo deve ser suficientemente forte para que se justifique sua realização. Além disso, em muitos casos é preciso explicar por que é conveniente realizar a pesquisa e quais são os benefícios que resulte dela (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2006).

O foco principal desse trabalho foi buscar e apresentar os princípios químicos presentes nos materiais e métodos utilizados pela perícia papiloscópica e demonstrar o emprego prático destes conhecimentos como alternativa para o ensino e divulgação da ciência química em Roraima.

Para elaboração desse trabalho ocorreu a compilação de dados a partir da literatura específica, revistas especializadas, sites, artigos científicos e manuais. Para possibilitar a abordagem didática necessária à pesquisa e verificar alguns dos princípios da ciência química existentes no trabalho da perícia papiloscópica, foi necessário também observar as especificidades de atuação da papiloscopia e seus procedimentos, para isso, foi utilizado como

recurso pedagógico, o manual de Procedimento Operacional Padrão elaborado pela Secretaria Nacional de Segurança do Ministério da Justiça.

O papel dos professores, é o de que, por meio da reflexão colaborativa, se tornem capazes de problematizar, analisar e compreender suas próprias práticas, de produzir significado e conhecimentos que permitem orientar o processo de transformação das práticas escolares, gerando mudança da cultura escolar, criando comunidade de análise e investigação, crescimento pessoal, compromisso profissional e práticas organizacionais participativas e democráticas. Portanto, considera justo que esses sujeitos participem das observações de pesquisador, interfiram em suas conclusões, apropriem-se de seu olhar, partilhando e contribuindo com a qualidade do conhecimento produzido nesse processo, constituindo-se também eles como pesquisadores e autores das mudanças necessária nas escolas (PIMENTA; GHEDIN; FRANCO, 2006).

A abordagem da pesquisa foi feita a partir do processo didático sistemático de organização e execução da ideia proposta, implicando na análise posterior de observações de dados qualitativos, e assim, como a integração e discussão conjunta para realizar inferências de toda a informação coletada, será possível alcançar um maior entendimento da proposta e do conteúdo estudado (DEMO, 2009).

Por meio da reflexão colaborativa os professores se tornam capazes de problematizar, analisar e compreender suas próprias práticas, de produzir significado e conhecimento que lhe possibilitou orientar o processo de transformação das práticas escolares, gerando mudanças na cultura escolar, criando comunidade de análise e de investigação, crescimento pessoal, compromisso profissional e práticas organizacionais participativas e democráticas (PIMENTA; GHEDIN; FRANCO, 2006).

A própria cultura acadêmica, desde as séries iniciais, contribui para que não haja o fomento da pesquisa como parte essencial no processo de formação dos que frequenta escola, pois ainda é visível o culto ao enciclopedismo, que incrementa a modalidade de ensino-aprendizagem centrada em pseudoleituras que enfatizam a memorização de informações. Por serem procedimentos limitados, aquelas nem chegam perto de gerar inquietações capazes de criar possibilidades de refutar determinados

pressupostos teóricos construídos por que são denominados pesquisadores. É uma trajetória que requer dedicação e disponibilidade de tempo, fatores que quase sempre se fazem ausentes de educadores que pretendem atrelar a pesquisa como uma prática contínua (PIMENTA; GHEDIN; FRANCO, 2006).

A aplicação da pesquisa ocorreu de duas formas, primeiro através da montagem e exposição de um estande de divulgação científica com a temática da perícia papiloscópica, sendo realizada na UERR durante a semana nacional de ciência e tecnologia (SNCT - 2015), e depois pela aplicação de aulas expositivas de química com a temática da perícia papiloscópica, sendo realizadas em turmas do ensino médio de cinco escolas da capital e do interior no estado de Roraima.

A construção da trajetória investigativa é interessante justamente porque é um trajeto em construção só se dá quando partimos de uma finalidade. É essa dinâmica que nos permite aprender com os erros e errar os acertos que nos erram (PIMENTA; GHEDIN; FRANCO, 2006).

2.2 - Montagem da exposição no estande durante a SNCT - 2015

Para aplicação dessa proposta de ensinar princípios de química através da perícia papiloscópica foi montado e apresentado uma exposição durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia 2015, ocorrida na Universidade Estadual de Roraima (UERR) de 19 a 25 de outubro.

A estrutura do estande de divulgação científica apresentado nessa proposta é relativamente simples e de fácil montagem. É constituído de uma mesa, onde foram expostos alguns materiais utilizados na perícia; uma faixa de 2,5m de comprimento por 0,60m de largura, contendo a ilustração de uma impressão digital e de um átomo, fazendo alusão à relação entre perícia e *ciência*; dois banners contendo informações e algumas curiosidades sobre a atividade da perícia papiloscópica; e um painel contendo imagens e artigos relacionando a atividade da perícia papiloscópica com a ciência química.

Tal formato de apresentação foi proposto com o intuito de chamar a atenção dos visitantes para o estande, provocando uma aproximação e facilitando a abordagem. A apresentação utilizou uma linguagem clara e direta,

onde tentou-se responder aos questionamentos e curiosidades das pessoas que visitaram o estande. Importante esclarecer que não houve qualquer incentivo para discussões relacionadas a ocorrências policiais ou voltadas para fatos isolados. O foco do projeto deve ser única e exclusivamente voltado para os aspectos científicos do tema.

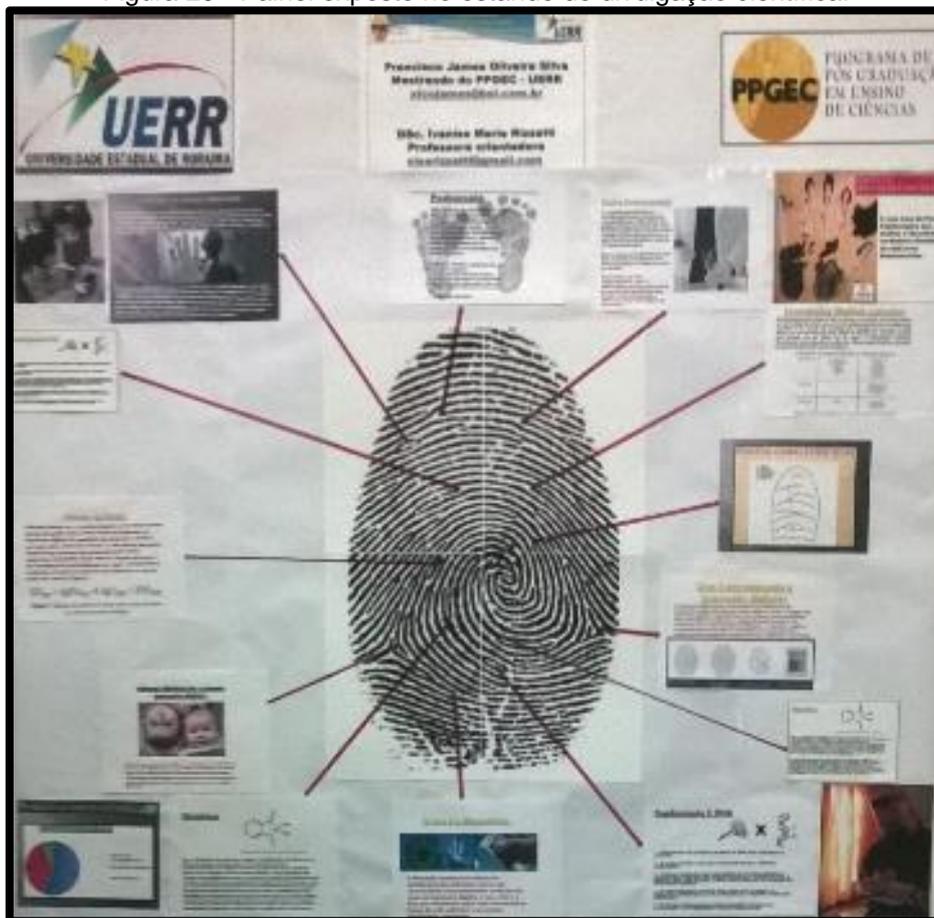
Primeiramente, no estande era feita a explicação sobre o que é a perícia papiloscópica e os principais princípios químicos presentes, em seguida apresentadas cinco técnicas para revelação de impressões digitais em locais de crimes; e por fim, ocorria a abordagem didática da temática provocando questionamentos, reflexões e discussões sobre os princípios químicos apresentados.

A atenção e seus mecanismos são componentes essenciais para o desenvolvimento de todos os processos cognitivos e de aprendizagem, mas sua eficiência também depende de outros fatores como a motivação”. Entende-se com isso que também deva haver certa dose de persuasão na abordagem do público alvo, para que haja real reflexão sobre a ideia e não apenas uma concordância pacífica e sem resultados (MAIA, 2011).

Como diz Libâneo (2008), a intencionalidade é elemento comum entre a ação educativa formal e não formal. Então a busca será por, de certa forma “mascarar” a intenção de falar em química, buscando, num primeiro momento, verbalizar sobre as observações feitas pelo público participante sobre o material exposto. E só em um segundo momento é que questionamentos e afirmações abordando princípios químicos serão trazidos à discussão.

O painel central do estande (Figura 20) teve a configuração similar ao esquema de marcação de pontos característicos de uma impressão digital. Onde, no meio fica a imagem de uma impressão digital ampliada e em volta, onde ficariam as numerações referentes aos pontos característicos, serão colocados cartões contendo informações e curiosidades, levantadas pela pesquisa, que instiguem reflexões e questionamentos sobre a química e a ciência em geral. Como por exemplo: O processo de formação das linhas dos dedos que produzem as impressões digitais; As substâncias químicas presentes nas impressões digitais e em seus processos de revelação; Os primeiros cientistas à estudarem as impressões digitais; Os primeiros casos resolvidos através da perícia papiloscópica.

Figura 20 - Paineis expostos no estande de divulgação científica.



Segundo a opinião de Lima (2005), os fatores que podem influenciar a atenção podem ser o contexto no qual o indivíduo está inserido, as características dos estímulos, expectativas, motivação, relevância da tarefa desempenhada, estado emocional e experiências anteriores. Considerando esse entendimento, o formato de apresentação foi proposto com o intuito de chamar a atenção dos visitantes para o estande, provocando uma aproximação e facilitando a abordagem. Foram expostas imagens que instigassem a curiosidade e o desejo de questionar sobre os temas propostos.

Realizam-se estudos exploratórios, normalmente quando o objetivo é examinar um tema ou problema de pesquisa pouco estudado, do qual se tem muitas dúvidas ou não foi abordado antes. Em outras palavras, quando a revisão de literatura revela que há temas não pesquisados e ideias vagamente

relacionadas com o problema de estudo; ou seja, se desejarmos pesquisar sobre alguns temas e objetos com base em novas perspectivas e ampliar os estudos já existentes (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2006).

Do mesmo modo, Maia (2011) concorda que a atenção e seus mecanismos são componentes essenciais para o desenvolvimento de todos os processos cognitivos e de aprendizagem, mas sua eficiência também depende de outros fatores como a motivação. Entende-se com isso que também deva haver certa dose de persuasão na abordagem do público alvo, para que haja real reflexão sobre a ideia e não apenas uma concordância pacífica e sem resultados.

Conforme Libâneo (2008), A intencionalidade é elemento comum entre a ação educativa formal e não formal. Então a busca será por, de certa forma mascarar a intenção de falar em Química, buscando, num primeiro momento, verbalizar sobre as observações feitas pelo público participante sobre o material exposto. E só em um segundo momento é que questionamentos e afirmações abordando princípios químicos serão trazidos à discussão.

Na busca de organizar os pressupostos da pesquisa e processar de forma eficaz a discussão dos princípios químicos pela perspectiva da perícia papiloscópica, primeiro foram abordados os temas específicos relacionados ao trabalho da perícia, e em seguida, a partir de suas sequências práticas de aplicação, houve a sistematização do conhecimento através de discussões sobre o que foi demonstrado e pesquisado, com o propósito de provocar reflexões e discussões sobre os pressupostos teóricos e princípios da química, estimulando a tecer relações entre tais referenciais e as práticas relatadas.

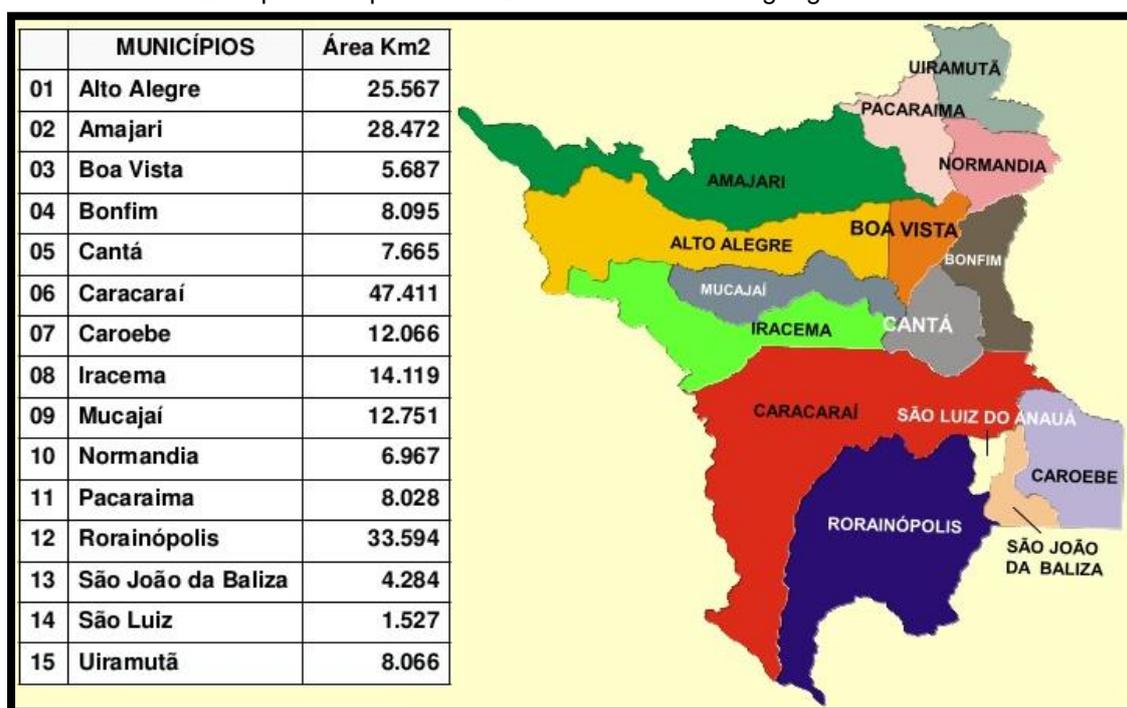
Esse momento da pesquisa buscou de maneira prática e concreta desenvolver um modelo de aplicação da pesquisa de acordo com o contexto de seus resultados observados. O termo “modelo” refere-se ao plano ou estratégia concebido para obter a informação que se deseja. O modelo mostrará ao pesquisador o que ele deve fazer para alcançar seus objetivos de estudo e para responder as questões de conhecimento propostas (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2006).

2.3 - Apresentação da exposição interativa nas escolas do estado

As aulas expositivas realizadas na aplicação dessa pesquisa ocorreram em cinco escolas de ensino médio da rede estadual de Roraima, sendo três escolas da capital e duas escolas do interior do estado.

A Figura 21 mostra os 15 municípios do estado de Roraima com suas respectivas áreas. A pesquisa foi aplicada em três destes municípios, representando 20% do total. As escolas visitadas foram escolhidas de forma estratégica, buscando obter maior representatividade na amostragem da pesquisa. Na capital foram duas escolas da periferia e uma da parte mais central da cidade. Nos municípios do interior foram escolhidas as escolas estaduais de ensino médio com maior número de alunos matriculados.

Figura 21 - Os 15 municípios do estado de Roraima e respectivas áreas.
 FONTE: <https://wordpress.com/2011/07/10/historia-e-geografia-de-roraima>



A primeira escola visitada foi a Desembargador Sadoc Pereira, no município de Alto Alegre. Essa escola fica localizada na Rua Monte Roraima, Nº 609, Bairro Centro, no município de Alto Alegre – RR. Segundo dados do Censo/2014, ela possui: Ensino Fundamental; Ensino Médio; Educação de

Jovens e Adultos – Supletivo; Ensino Fundamental – Supletivo; Ensino Médio – Supletivo; 14 salas de aulas; 66 funcionários; Sala de diretoria; Sala de professores; Laboratório de informática; Quadra de esportes coberta; Biblioteca; Dependências e vias adequadas a alunos com deficiência ou mobilidade reduzida; Sala de secretaria; Pátio coberto; Área verde; 2 computadores administrativos; 15 computadores para alunos; 2 TVs; 1 copiadora; 2 equipamentos de som; 3 impressoras; 1 equipamento de multimídia; TV; DVD; Retroprojeto; Impressora; Aparelho de som; Projetor multimídia (Datashow); Câmera fotográfica/filmadora.

Já a segunda escola foi a Maria das Dores Brasil que fica localizada na Avenida das Guianas, Nº 1201, bairro 13 de Setembro, em Boa Vista – RR. Segundo dados do Censo/2014, ela possui: Ensino Médio; Ensino Médio - Ensino Profissional; Educação de Jovens e Adultos – Supletivo; Ensino Médio – Supletivo; Acesso à Internet; 18 salas de aulas; 122 funcionários; Sala de diretoria; Sala de professores; Laboratório de informática; Laboratório de ciências; Sala de recursos multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE); Cozinha; Biblioteca; Sala de leitura; Dependências e vias adequadas a alunos com deficiência ou mobilidade reduzida; Sala de secretaria; Banheiro com chuveiro; Refeitório; Despensa; Almoxarifado; Auditório; Pátio coberto; Área verde; 9 computadores administrativos; 16 computadores para alunos; 3 TVs.

Em seguida a exposição foi apresentada na escola Professor Carlo Casadio, localizada na Avenida Centenário, Nº 900, no bairro Cinturão Verde, em Boa Vista – RR. Segundo dados do Censo/2014, ela possui: Ensino Fundamental; Ensino Fundamental; Ensino Médio; Ensino Médio; Educação de Jovens e Adultos – Supletivo; Ensino Fundamental – Supletivo; Ensino Médio – Supletivo; Acesso à Internet; 13 de 14 salas de aulas utilizadas; 105 funcionários; Sala de diretoria; Sala de professores; Laboratório de informática; Quadra de esportes coberta; Alimentação escolar para os alunos; Cozinha; Biblioteca; Sala de leitura; Sala de secretaria; Pátio coberto; Área verde; 3 computadores administrativos; 16 computadores para alunos; 3 TVs; 1 equipamento de som; 1 impressora; 1 equipamento de multimídia; TV; Videocassete; DVD; Retroprojeto; Impressora.

A quarta escola foi a Carlos Drummond de Andrade que está localizada na Rua Pastor Almir Nogueira Guerra, Nº 150, bairro Pricumã, em Boa Vista – RR. Segundo dados do Censo/2014, ela possui: Ensino Fundamental; Ensino Fundamental; Ensino Médio; Educação de Jovens e Adultos – Supletivo; Ensino Médio – Supletivo; Água filtrada; Acesso à Internet; Banda larga; 10 salas de aulas; 98 funcionários; Sala de diretoria; Sala de professores; Laboratório de informática; Sala de recursos multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE); Quadra de esportes coberta; Alimentação escolar para os alunos; Cozinha; Biblioteca; Sala de leitura; Banheiro dentro do prédio; Banheiro adequado aos alunos com deficiência ou mobilidade reduzida; Dependências e vias adequadas a alunos com deficiência ou mobilidade reduzida; Sala de secretaria; Refeitório; Despensa; Almoxarifado; Pátio coberto; Área verde; 4 computadores administrativos; 11 computadores para alunos; 10 TVs; 1 copiadora; 1 equipamento de som; 3 impressoras; 1 equipamento de multimídia; TV; DVD; Antena parabólica; Copiadora; Retroprojeter; Impressora; Aparelho de som; Projetor multimídia (Datashow); Câmera fotográfica/filmadora.

Por fim, a quinta e última escola que recebeu a pesquisa foi a José Aureliano da Costa no município de Cantá. Essa escola fica localizada na Rua Francisco Cunha, BR 432, no Centro do município do Cantá – RR. Segundo dados do Censo/2014, ela possui: Ensino Fundamental; Ensino Fundamental; Ensino Médio; Educação de Jovens e Adultos – Supletivo; Ensino Fundamental – Supletivo; Ensino Médio – Supletivo; Água filtrada; Água da rede pública; Energia da rede pública; Fossa; Lixo destinado à coleta periódica; Acesso à Internet; 12 salas de aulas; 78 funcionários; Sala de diretoria; Sala de professores; Laboratório de informática; Sala de recursos multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE); Alimentação escolar para os alunos; Cozinha; Biblioteca; Banheiro dentro do prédio; Sala de secretaria; Refeitório; Área verde; 1 computador administrativo; 7 computadores para alunos; 6 TVs; 0 copadoras; 0 equipamentos de som; 2 impressoras; 1 equipamento de multimídia; TV; DVD; Retroprojeter; Impressora; Projetor multimídia (Datashow).

Antes da visita a cada uma das escolas, foi feito um contato prévio com a direção, coordenação e o professor de química da respectiva escola, para o

devido acerto do dia, hora e a turma em que a aula expositiva seria aplicada. Nessa oportunidade também era explicado o tipo de trabalho que seria aplicado e os objetivos da proposta.

A dinâmica de apresentação das aulas expositivas seguiu a seguinte sequência didática: Primeiro, explicação sobre o que é a perícia papiloscópica, sua evolução ao longo do tempo e sua função prática; Em seguida, demonstração de cinco técnicas reconhecidas mundialmente para revelação de impressões digitais, enfocando em cada uma delas os princípios químicos mais relevantes; Por fim, abordagem didática da temática provocando questionamentos, reflexões e discussões sobre os princípios químicos apresentados. Durante as aulas foram feitos registros fotográficos e observadas as reações e questionamentos dos alunos.

Figura 22 - Banner e maleta de perícia utilizados para demonstração.



O material utilizado para apresentar os princípios da química através da perícia papiloscópica nas aulas foram um banner, confeccionado para ilustrar a apresentação em escolas onde não foi possível apresentar através de slides, e uma maleta de perícia contendo alguns dos materiais mais usados no trabalho

da perícia papiloscópica (Figura 22). Essa maleta foi requerida junto à direção do Instituto de Identificação Odílio Cruz (IIOC – RR).

2.4 - Avaliação

A avaliação da pesquisa terá caráter qualitativo. Assim sendo, irá utilizar coleta de dados para descobrir ou aperfeiçoar questões da pesquisa podendo ou não responder a pergunta proposta.

Esse enfoque qualitativo está baseado em métodos de coleta de dados sem medição numéricas, com as descrições e as observações. Regulamente, questões e hipóteses surgem como parte do processo de pesquisa, que é flexível e se move entre os eventos e suas interpretações, entre as respostas e o desenvolvimento da teoria. Seu propósito consiste em reconstruir a realidade, tal como é observada pelos atores de um sistema social predefinido. Muitas vezes é chamado de holístico, porque considera o todo, sem reduzi-lo aos estudos de sua parte (SAMPLERI; COLLADO; LUCIO, 2006).

Qualitativamente, a análise envolverá a obtenção de dados descritivos por meio da interação do pesquisador com o contexto da prática em estudo, enfatizando mais o processo que propriamente os resultados e se preocupando em retratar as perspectivas do pesquisador. Para tal, serão utilizados alguns instrumentos característicos da pesquisa qualitativa: atividades descritivas, entrevistas, observações diretas e registros fotográficos (ANDRÉ; LÜDKE, 1986).

As pesquisas qualitativas também são guiadas por áreas ou temas significativos da pesquisa. Contudo, em vez da clareza sobre as questões e hipóteses preceder a coleta e análise dos dados (como na maioria dos estudos quantitativo, pelo menos em intenção), os estudos qualitativos podem desenvolver questões e hipóteses antes, durante ou depois da coleta e da análise. Com frequência, essas atividades servem, primeiramente, para descobrir quais são as questões mais importante na pesquisa; e, depois, para refiná-las e respondê-las (SAMPLERI; COLLADO; LUCIO, 2006).

A pesquisa do tipo qualitativa apresenta como característica peculiar a diversidade metodológica, de tal maneira que permite extrair dados da

realidade com fim de ser contrastados a partir do prisma do método. Possibilita também realizar exames cruzados dos dados obtidos, angariar informações por meio do processo de triangulação, chegar a contrastar e validar as informações obtidas por meio de fontes diversas sem perder a flexibilidade (GÓMEZ, 1999).

Ainda justificando o tipo de pesquisa escolhida, é visível que o imaginário do sujeito pesquisador não pode ser quantificado, pois seu universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes correspondem a um espaço mais profundo de relações, dos processos e dos fenômenos que podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis (MINAYO, 1994).

São estabelecidas algumas fases fundamentais do desenvolvimento da pesquisa qualitativa em educação. O primeiro vai do final do século XIX até a década de 1930, quando se apresentam os primeiros trabalhos qualitativos, como a observação participante, a entrevistas com detalhes ou os documentos pessoais. Um segundo período compreende desde a década de 1930 aos anos 1950, no que se produz um declive no interesse pelo enfoque qualitativo. Um terceiro momento se produz em torno da década de 1960, época marcada pela mudança social e pelo ressurgimento dos métodos qualitativos (BOGDAN; BIKLEN, 1982).

Serrano (1998), considera o aspecto de que a pesquisa de carácter qualitativo é muito ampla e que nela tem cabido uma variedade de métodos. Entre eles podem ser mencionados: estudo de casos, investigação-ação, antropologia cognitiva, análise de conteúdo, investigação dialógica, análise conversacional, estudo *delphi*, pesquisa descritiva, pesquisa direta, análise do discurso, estudo de documentos, psicologia ecológica, criticismo educativo, etnografia educativa, etnografia da comunicação, etnometodologia, entnociência, hermenêutica, investigação heurística, investigação intensiva, avaliação interpretativa, estudo sobre biografias ou histórias de vidas, pesquisa participante, avaliação qualitativa, interacionismo simbólico etc.

Para uma análise mais detalhada das concepções do público alvo sobre a temática apresentada, serão realizadas entrevistas para permitirem a obtenção dos dados em um clima de cooperação para recolher dados descritivos na linguagem do entrevistado, permitindo ao pesquisador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os pesquisados interpretam aspectos específicos da proposta (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

No caso da abordagem qualitativa, geralmente os dados são coletados em duas etapas: durante a imersão inicial no campo ou contexto do estudo (mesmo que seja de forma inicial) e na coleta definitiva dos dados. O procedimento usual é aplicar um instrumento ou método de coleta de dados cuja essência também seja qualitativa. Talvez o instrumento mais utilizado para coletar os dados seja o questionário. Um pesquisador consiste em um conjunto de questões com relação a uma ou mais variáveis a serem medidas (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2006).

O conteúdo das questões de um questionário é tão variado como os aspectos que ele mede. Basicamente são considerados dois tipos de questões: fechadas e abertas.

As questões fechadas contêm categorias ou alternativas de respostas foram delimitadas, isto é, são apresentadas as possibilidades de respostas aos indivíduos e eles devem limita-se a estas. Podem ser dicotômicas (duas alternativas de resposta) ou incluir várias alternativas de respostas.

Cada questionário obedece a diferentes necessidades e problemas de pesquisa, o que faz que, em cada caso, o tipo de questão seja diferente.

As questões fechadas são fáceis de codificar e preparar para sua análise. Não têm que descreva melhor sua resposta.

Para formular questões fechadas é necessário antecipar as possíveis alternativas de resposta. Se não for assim, é muito difícil delinear-las. Além do mais, o pesquisador deve assegurar-se de que os indivíduos, para quem serão aplicadas, conhecem e compreendem as categorias de resposta (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2006).

2.4.1 - Avaliação da exposição na SNCT - 2015

Foi necessário, também, procurar instrumentos que pudessem revelar as ideias sobre os temas propostos para obter dados capazes de mostrar com maior detalhe e profundidade as concepções dos participantes, foi feita a aplicação de um questionário avaliativo ao público que visitou o estande. O questionário era constituído por quatro questões simples e diretas, cada uma

contendo três possíveis respostas objetivas que irão procurar captar as concepções da pesquisa.

Houve também um espaço em branco no questionário para que os visitantes entrevistados dessem sugestões ou crítica ao trabalho. O propósito principal era que, após a abordagem, fosse possível obter das pessoas participantes o real nível de assimilação dos temas específicos apresentados e, além disso, observar a viabilidade do problema proposto na aplicação da pesquisa (RUDIO, 2002).

2.4.2 - Avaliação da exposição nas escolas do estado

Ao término de cada aula aplicada em cada turma de ensino médio de cada escola visitada, foi aplicado o questionário avaliativo, que foi previamente elabora, contendo três questões para captar os resultados da aplicação da pesquisa. As questões são objetivas e de múltipla escolha.

O primeiro desafio da análise qualitativa é que geralmente nos deparamos com grande volume de dados. Por isso, o material deve ser muito bem organizados.

A primeira tentação do analista é produzir dados, de fato, parte da análise qualitativa consiste em fazê-la, porém tento o máximo de cuidado para não perder informações nem descartar dados valiosos.

Nos estudos qualitativos, a análise dos dados não está completamente determinada, mas sim é “prefigurada, coreografada ou esboçada”, ou seja, começa-se a efetuar sobre um plano geral, entretanto, seu desenvolvimento vai sofrendo modificações de acordo com os resultados (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2006).

A opção por este tema abordado na pesquisa possibilitou observar certas dificuldades encontradas no estado de Roraima quanto à divulgação científica. Uma vez que, mesmo havendo a promoção de eventos voltados para o fomento da ciência na capital do estado, a divulgação para os outros municípios do interior ainda é muito limitada. E mesmo quando acontece essa divulgação mais ampla de um determinado projeto científico no estado, a participação de algumas localidades fica inviável por vários motivos:

dificuldades de acesso, de comunicação, a falta de recursos, de transporte e outros entraves.

De acordo com Sampieri, Collado e Lucio (2006), coletar os dados implica três atividades profundamente vinculadas entre si:

a) Selecionar um instrumento ou método de dados entre os disponíveis na área do estudo, na qual está inserida nossa pesquisa, ou desenvolver uma. Esse instrumento deve ser válido e confiável, do contrário não podemos nos basear em seus resultados.

b) Aplicar esse instrumento ou método para coletar dados, isto é, obter observações, registros ou mediações de variáveis, acontecimentos, contextos, categorias ou objetos que são de interesses para o nosso estudo.

c) Preparar observações, registros e medições obtidas para que sejam analisadas corretamente.

CAPÍTULO 3: RESULTADOS E DISCUSÕES

As atividades periciais, de forma geral, agregam muitos conhecimentos de várias áreas diferentes da ciência, possuindo assim um forte potencial interdisciplinar. Por conta disso, a aplicação dessa pesquisa encontrou algumas dificuldades para atingir seus objetivos. Uma delas foi a observação de uma grande quantidade de perguntas feitas que tinham relação com outras áreas de conhecimento, como por exemplo, da biologia e da física. Esse volume de questionamentos que fugiam da temática central da pesquisa exigiu do pesquisador um determinado tempo e empenho em esclarecer a complexidade de alguns procedimentos. Assim como, deixar claro o real foco da pesquisa aplicada e trazer a atenção do participante para os princípios químicos apresentados.

3.1 - Resultados da exposição na SNCT - 2015

O estande foi exposto na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia no dia 24 de outubro de 2015, das 08:00h às 18:00h (Figura 23). Houve um grande número de pessoas que prestigiaram o evento e visitaram o estande. Destes visitantes, 113 participaram da pesquisa respondendo ao questionário que continha quatro questões objetivas. O questionário foi ilustrado com imagens do *WhatsApp* com o objetivo de atrair a atenção e causar maior empatia dos participantes da pesquisa. A investigação científica muitas vezes precisa destas novas formas de abordagem que certamente pode trazer contribuições fundamentais para estreitar a compreensão do conhecimento, sobretudo em química, e dos processos de ensino-aprendizagem.

Figura 23 - Exposição apresentada na SNCT-2015 na UERR.



Os bons observadores precisam utilizar todos os seus sentidos para captar os ambientes e seus atores. Tudo pode ser relevante: clima físico, cores, aromas, espaço, iluminação etc. É importante que o observador tenha ou desenvolva boa memória para lembrar a linguagem não-verbal, palavras específicas e outros aspectos, além de levar registros escritos e gravar as descrições, para que no momento de analisa-las não deixe de fora algo que seja importante. O observador vive pela primeira vez o que ocorre no contexto, o ambiente, a comunidade ou o fato (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2006).

É importante que seja introduzido na comunidade, no contexto ou no ambiente gradualmente e na medida do possível, de maneira que cada vez menos seja visto como estranho, como algo externo e obstrutivo. Na investigação policial, para observar redes criminosas e encontrar provas contra seus membros, o agente infiltrado age com cautela e sua prioridade inicial é ganhar a confiança dos criminosos. O observador qualitativo também age assim (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2006).

A primeira pergunta do questionário foi para medir o grau de aprovação dos visitantes quanto a iniciativa da proposta. Indagava se o visitante gostou do estande e da proposta apresentada para divulgação da ciência química. Para qual houve os seguintes resultados: 109 pessoas responderam que “Gostei

muito”; 3 pessoas responderam “Mais ou menos”; E 1 pessoa respondeu “Não gostei”.

Gráfico 1 - Resultados para a pergunta: Você gostou do estande e da proposta apresentada para divulgação da ciência química?



Estes resultados apresentados foram bastante satisfatórios. O grande número de pessoas que gostaram da exposição e das explicações apresentadas demonstrou boa aceitação do público que visitou o estande. Inclusive, muitas pessoas chegaram a ligar para amigos e parentes convidando-os para virem também ver o estande. Algumas pessoas até saíram e retornaram depois trazendo mais um visitante.

A segunda pergunta buscou saber os conhecimentos prévios do participante, como diz Ausubel (1980) "O fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; determine isso e ensine-o de acordo". Sendo assim, foi perguntado se ele já sabia algo sobre os materiais e técnicas apresentadas no estande, havendo as seguintes respostas: 9 pessoas responderam “Sim”; 41 pessoas responderam “Algumas coisas”; E 63 pessoas responderam “Não”.

Por vezes, foi possível constatar o esforço de alguns em lembrar de conhecimentos adquiridos. Houve também tentativas em elaborar explicações, sendo possível observar o uso da linguagem não formal e acabando por possibilitar diferentes maneiras na abordagem de princípios químicos de forma que facilitasse a compreensão de conceitos.

Gráfico 2 - Resultados para a pergunta: Você já tinha conhecimento sobre os materiais e técnicas apresentadas no estande?



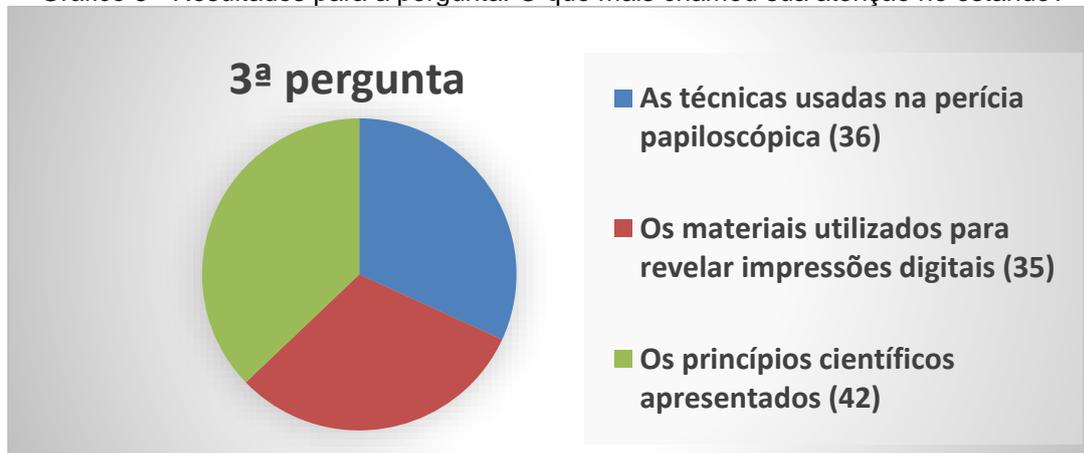
Os resultados apresentados para a segunda pergunta do questionário revelaram o real desconhecimento das pessoas quanto às técnicas e materiais utilizados pela perícia papiloscópica. A partir dos comentários e perguntas feitas pelos visitantes foi possível perceber que muitos sequer sabiam da existência dessa área específica da perícia criminal. Até mesmo alguns visitantes que aparentavam ter algum conhecimento sobre a área acabavam misturando certos procedimentos que nada tinha a ver com a papiloscopia. A esse respeito os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Ciências ressaltam:

[...] É fundamental que as atividades práticas tenham garantido o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, ao lado de conhecimentos de procedimentos e atitudes. Como nos demais modos de busca de informações, sua interpretação e proposição são dependentes do referencial teórico previamente conhecido pelo professor e que está em processo de construção pelo aluno. Portanto, também durante a experimentação, a problematização é essencial para que os estudantes sejam guiados em suas observações (BRASIL, 1998).

A terceira pergunta da pesquisa quis saber o que mais chamou a atenção das pessoas no estande. Os resultados foram: 36 pessoas disseram

que eram as técnicas usadas na perícia papiloscópica; 35 pessoas disseram que foram os materiais utilizados para revelar impressões digitais; E 42 pessoas afirmaram ser os princípios científicos apresentados.

Gráfico 3 - Resultados para a pergunta: O que mais chamou sua atenção no estande?



Os resultados apresentados para essa pergunta demonstraram que os três aspectos escolhidos foram atrativos para os visitantes. Havendo boa distribuição no número de pessoas que gostaram de cada opção apresentado na pergunta. Sendo que um número relativamente maior de visitantes escolheu a ciência presente na perícia como algo que mais atraiu a atenção.

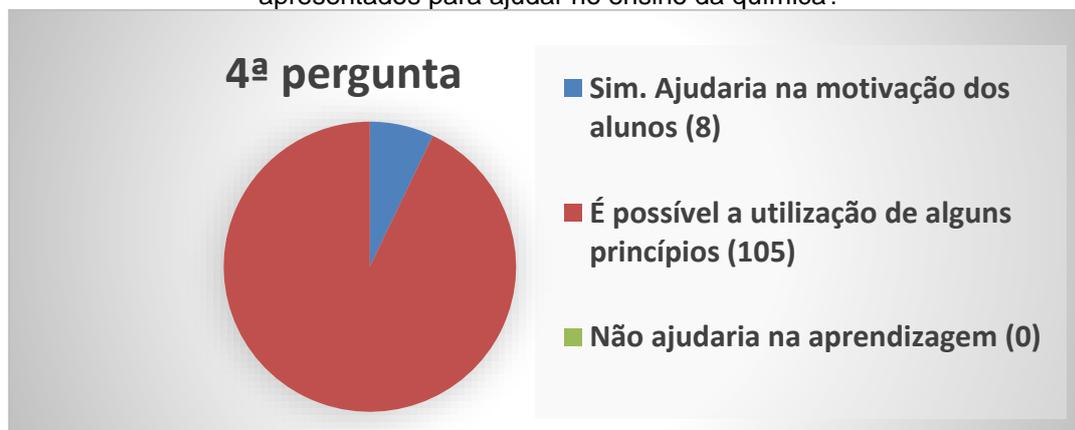
Essa maior curiosidade dos visitantes reflete que com os avanços científicos e tecnológicos do mundo atual, o cidadão comum se depara, cotidianamente, com situações que requerem conhecimentos sofisticados e a falta desses conhecimentos pode trazer, além da inércia científica, outras consequências muito mais graves. Como, por exemplo, o trágico acidente com o Césio 137, ocorrido em Goiânia, em setembro de 1987. Esse acontecimento causou quatro mortes no espaço de trinta dias e contaminou cerca de 250 pessoas. Todas essas pessoas foram vítimas da falta de informação e de conhecimentos científicos necessários para viver em um mundo que reúne avanços científicos e tecnológicos notáveis ao lado de graves deficiências na formação intelectual dos cidadãos (BIZZO, 1998).

Esse período de latente revolução tecnológica vivenciado nos últimos anos repudia o simples acúmulo de informações. A prática educativa formal no

ensino de química, à luz do que consta nos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio (PCNEM/2000), deve estabelecer que a quantidade de informações fique em segundo plano e que a ênfase no processo educativo se dê na disposição de competências e habilidades. O educando deve, assim, aprender a aprender e a pensar. O exercício da descoberta, ou da redescoberta, é uma forma de exercitar a autonomia do jovem, que deve ser encarado como um ser pensante, capaz de formular suas teorias e analisar suas observações.

A quarta e última pergunta era: Você acha possível utilizar os princípios químicos apresentados para ajudar no ensino da química? Para a qual houve as seguintes respostas: 8 pessoas responderam “Sim, ajudaria na motivação dos alunos”; 105 pessoas responderam “É possível a utilização de alguns princípios”; E nenhuma pessoa escolheu “Não ajudaria na aprendizagem”.

Gráfico 4 - Resultados para a pergunta: Você acha possível utilizar os princípios químicos apresentados para ajudar no ensino da química?



O resultado obtido para a quarta questão mostra que foi muito boa a compreensão das pessoas participantes da pesquisa quanto ao emprego da perícia para focar princípios científicos, sobretudo da química. Ficou demonstrado também o potencial da perícia papiloscópica como meio de atrair a atenção das pessoas oportunizando um ambiente de ensino não formal.

Quase a totalidade dos participantes concordaram que é sim possível utilizar a perícia papiloscópica para ensinar princípios químicos. Entretanto, não

houve unanimidade. Isso não causou estranheza, uma vez que é realmente difícil inovar quanto as formas de assimilação do conhecimento.

Na opinião de Luckesi (2011), “o maior desafio para o ensino é renovar suas práticas pedagógicas, a fim de poder dar conta de uma nova perspectiva epistemológica, onde as habilidades de intervenção no conhecimento sejam mais valorizadas do que a capacidade de armazená-lo”.

Foi observada, durante a exposição do estande, a presença de pessoas com idades variadas e inclusive professores e alunos de faculdades. Muitos perguntaram sobre a possibilidade de haver um curso voltado para perícia e também sobre as matérias disciplinares mais exigidas para atuar nessa área, além de vários outros questionamentos dessa natureza. Isso foi muito positivo para avaliação da viabilidade da proposta.

O fato de atualmente os avanços científicos e tecnológicos ocorrerem cada vez mais rápido faz a sociedade contemporânea e sobretudo os jovens depositarem nas ciências a esperança de uma vida melhor. Os alunos esperam que o ensino possibilite a melhoria da qualidade de vida. Para tanto, torna-se necessário não apenas investigar, explorar, experimentar, compreender, descobrir, mas também utilizar o saber científico como instrumento para alcançar o bem-estar social. Sendo assim, também é essencial que as informações sobre ciência e tecnologia sejam repassadas da melhor forma possível.

3.2 - Resultados da exposição nas escolas do estado

As aulas temáticas apresentadas para encontrar os resultados dessa pesquisa, buscaram mostrar a importância prática dos seus conteúdos propostos. Em todas as cinco escolas visitadas a receptividade ao projeto foi muito boa por parte de professores e alunos. Na primeira escola visitada, escola Desembargador Sadoc Pereira, no município de Alto Alegre, a aula ocorreu no dia 2 de dezembro de 2015, em uma turma do primeiro ano regular. Entretanto, como a visita coincidiu com o período de conclusão do quarto bimestre e estavam sendo entregues as notas finais, muitos alunos não

compareceram. Infelizmente, nessa visita não foi feito o registro fotográfico. Mesmo assim, a aula aconteceu com sete alunos presentes.

Nesse primeiro contato coube ao pesquisador contornar a ansiedade dos alunos no momento e ilustrar ao máximo a apresentação para mantê-los em sala de aula. Foi dado ênfase aos conhecimentos difundidos no ensino da química que permitem a construção de uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada. Os alunos foram convidados a imaginar as contribuições concretas dos conhecimentos científicos num mundo sempre em constante transformação. Esses conhecimentos devem traduzir-se em competências e habilidades cognitivas e afetivas. Cognitivas e afetivas, sim, para poderem ser consideradas competências em sua plenitude. O uso da perícia papiloscópica como um recurso pedagógico contribui para facilitar a aquisição dessas competências que são fundamentais para assimilação dos conhecimentos de química. Para tanto, faz-se necessário evitar a fragmentação no conhecimento, possibilitando à aprendizagem tornar-se motivadora, mais interessante e acessível aos estudantes (BORGES, 2002).

Na escola Maria das Dores Brasil, no município de Boa Vista, foram aplicadas duas aulas, que ocorreram no dia 8 de dezembro de 2015, em uma turma do primeiro ano regular com 27 alunos presentes, e uma turma do terceiro ano modalidade EJA (Educação de Jovens e Adultos) com 18 alunos presentes (Figura 24).

Como já havia sido feito um trabalho anterior nesta escola, houve boa interação com os alunos que participaram. Muitos dos alunos que estavam presentes no dia da exposição, já conheciam o pesquisador. Isso facilitou a empatia durante aula.

Inclusive, ocorreu, por algumas vezes durante a aplicação da pesquisa, de alguns alunos lembrarem e relacionarem temas apresentados em aulas anteriores com os princípios químicos mostrados na apresentação da pesquisa. Surpreendeu sobremaneira o fato de alguns alunos lembrarem de assuntos abordados em outros momentos. As relações feitas entre os temas apresentados e outros temas correlatos ocorreu em vários momentos, como, por exemplo, um aluno relacionou a velocidade de reação do revelador cianoacrilato com a teoria das colisões, sendo que este tema havia sido debatido em uma aula aplicada um ano antes.

Figura 24 - Aplicação de aula temática na escola Maria das Dores Brasil.



Ainda convivemos com o modelo de transmissão de algumas escolas e educadores baseado no falar do professor (mestre) e na repetição do que foi dito sendo assimilado por parte dos alunos. E ainda resiste a antiga concepção de ensino-aprendizagem correspondente ao modelo transmissão-recepção que é retratada na prática de ensino encaminhada quase que exclusivamente para a retenção do que se considera “saber sistematizado”, sendo o professor o detentor de todo conhecimento, transmitindo tudo ao aluno, considerado, por sua vez, como “tábula rasa”. (SCHNETZLER E ARAGÃO, 1995).

A próxima escola foi a Professor Carlo Casadio, no município de Boa Vista, onde a aula ocorreu no dia 14 de dezembro de 2015, em uma turma do segundo ano regular. Na turma estavam presentes 26 alunos (Figura 25).

Esta turma visitada foi bastante receptiva com a proposta e os alunos demonstraram grande interesse na temática. Fizeram perguntas bem pertinentes à pesquisa, como, por exemplo, “qual o uso prático da química no meu local de trabalho?” A resposta a essa pergunta e a explicação em geral contemplou a aprendizagem da química de forma a possibilitar aos alunos do ensino médio a compreensão de fenômenos químicos que ocorrem no mundo de forma abrangente e integrada para que alunos possam se comportar criticamente perante a sociedade, no trabalho, na escola, em casa e na rua. Dessa forma o indivíduo terá a possibilidade de interagir melhor socialmente. Buscou-se ressaltar que os conhecimentos químicos adquiridos nas aulas práticas e demonstrativas ajudam os alunos a enfrentarem os resultados não previstos, cuja interpretação desafia sua imaginação e raciocínio (KRASILCHIK, 2004).

Segundo Freire (1996), a ação docente é a base de uma boa formação escolar e contribui para a construção de uma sociedade pensante. Entretanto, para que isso seja possível, o docente precisa assumir seu verdadeiro compromisso e encarar o caminho do aprender a ensinar. Evidentemente, ensinar é uma responsabilidade que precisa ser trabalhada e desenvolvida. Um educador precisa sempre, a cada dia, renovar sua forma pedagógica para, da melhor maneira, atender a seus alunos, pois é por meio do comprometimento e da “paixão” pela profissão e pela educação que o educador pode, verdadeiramente, assumir o seu papel e se interessar em realmente aprender a ensinar.

Outra pergunta feita por uma aluna contribuiu para a intervenção de vários conceitos químicos. Ela quis saber até que ponto era verdade o que a perícia mostrada nos filmes e séries era compatível com a realidade do trabalho da perícia papiloscópica realizado em Roraima. Ao responder esse questionamento, houve grandes evoluções na compreensão da turma quanto a real ciência existente por trás das obras de ficção exibidas pela mídia em geral.

Figura 25 - Aplicação de aula temática na escola Professor Carlo Casadio.



Na escola Carlos Drummond de Andrade, no município de Boa Vista, a aula ocorreu no dia 16 de dezembro de 2015, em uma turma do terceiro ano regular. Na turma estavam presentes 28 alunos (Figura 26).

Os alunos desta escola gostaram da exposição e demonstraram interesse nas explicações. Ocorreram perguntas voltadas para a área da segurança pública, do tipo “quais os resultados da perícia na resolução de crimes?” ou ainda, “se haviam meios dos criminosos burlar a perícia?”. Os questionamentos foram respondidos sem perder o foco da temática. Aproveitou-se para discutir as correlações da educação, e sua principal função que é preparar e elevar o indivíduo ao domínio dos instrumentos culturais, intelectuais, profissionais e políticos, garantir, ainda, que a cultura, a ciência e a técnica não sejam propriedades exclusivas das classes dominantes. A interatividade na sala de aula se dá por meio de constantes trocas de

informações, em que não há saber hierarquizado, mas uma construção coletiva (FERREIRA, 2005).

Figura 26 - Aplicação de aula temática na escola Carlos Drummond de Andrade.



A quinta escola foi a José Aureliano da Costa, no município de Cantá, a aula ocorreu no dia 17 de dezembro de 2015, em uma turma do terceiro ano regular. Na turma estavam presentes 14 alunos (Figura 27).

Esta escola encontrava-se com falta de professores, e o pesquisador aproveitou para orientar os alunos, através de uma conversa, sobre o processo individualizado de aquisição de conhecimentos e, ao mesmo tempo, comentar sobre as oportunidades para o desenvolvimento do processo de construção coletiva do saber através da aprendizagem. Além da apresentação do estande e das discursões acerca da temática, ocorreu também a abordagem de temas no sentido de incentivar a aprendizagem e o pensamento, lembrando sempre aos alunos que uma formação sólida por si só, não resolve todos os questionamentos, e que não devemos nos deixar levar pelo deslumbramento

da tecnologia, e sim nos preocupemos com a relevância social da apropriação das novas tecnologias por todos: alunos professores, técnicos, gestores e a classe popular, sem perder de vista a importância do papel do professor, o qual avalia a produção do conhecimento.

O processo educativo não pode mais ser considerado como a introdução das crianças e jovens num mundo de valores desde sempre definidos e impostos, nem pode ser um espaço vazio de valores. A tradição deve ser consciente e intersubjetivamente tematizada com o objeto de alcançar bases mínimas comuns para a nossa ação. Assim, faz-se necessário abordar de maneira mais direta a aplicabilidade do que se aprende, e não apenas incluir alguns temas sociais ou mesmo debates em sala de aula. Porém, esta perspectiva no ensino da química apresenta resistência, até porque estamos vivenciando um processo de mudanças onde o acesso à informação é extremamente dinâmico.

Figura 27 - Aplicação de aula temática na escola José Aureliano da Costa.



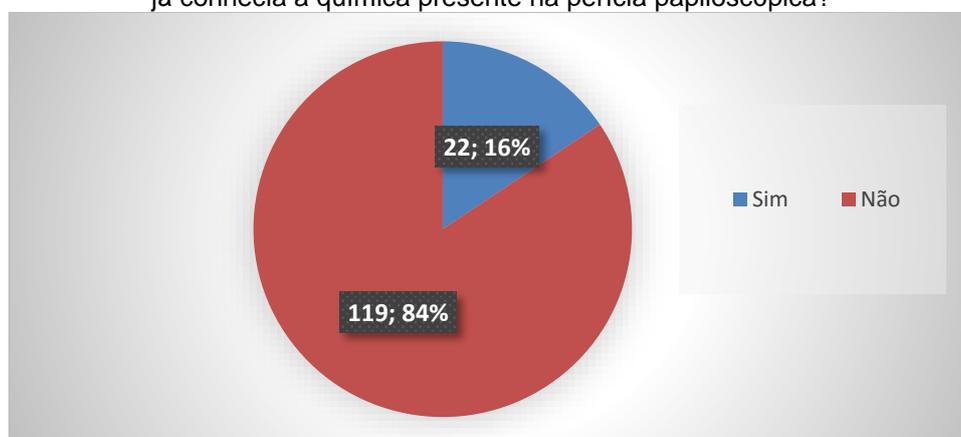
A educação em química deve sempre estar vinculada a aspectos sociais, para que a contribuição aos alunos seja sempre voltada para a cidadania. Isso é possível a partir da visão de que há grande importância social da utilização prática do conhecimento científico com base em valores éticos e morais, que sejam fundamentados no respeito à vida e no princípio da igualdade, para que assim sejam garantidos os direitos fundamentais do homem. E somente a partir do momento que o educador traz para sala de aula situações com as quais o educando se identifica, consegue uma das condições fundamentais para o aprendizado: a contextualização e, conseqüentemente, a interação (RICARDO, 2005).

Os questionários aplicados forneceram valiosas informações para formação de conclusões quanto a viabilidade da pesquisa.

No estande de divulgação científica o questionário foi aplicado logo após o visitante prestigiar o estande e ouvir a apresentação do pesquisador; Nas escolas visitadas o questionário foi aplicado logo após a aula expositiva. Em todas as escolas visitadas, um total de 141 alunos do ensino médio, regular e EJA, responderam ao questionário.

A primeira pergunta do questionário aplicado aos alunos foi “você já conhecia a química presente na perícia papiloscópica?” Para essa pergunta as possíveis respostas eram “sim” ou “não”. As respostas dadas para essa pergunta apresentaram os seguintes resultados:

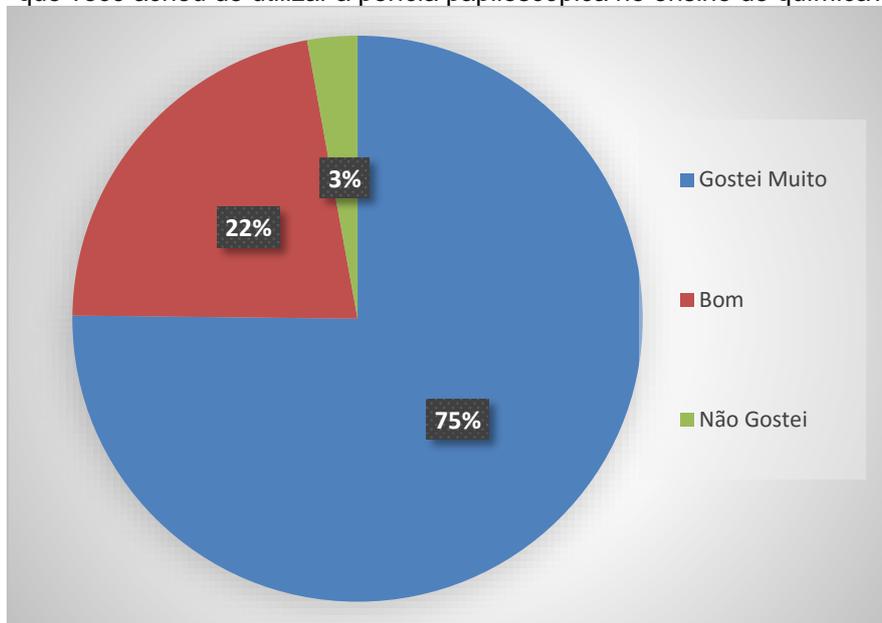
Gráfico 5 - Resultados para a 1ª pergunta do questionário aplicado nas escolas visitadas: Você já conhecia a química presente na perícia papiloscópica?



Esse resultado mostrou que pouco mais 15% dos alunos afirmaram já ter conhecimento sobre a presença de algum princípio químico nas práticas da perícia papiloscópica. A partir dessa constatação é possível verificar que há poucos alunos que conseguem assimilar os conhecimentos em química ensinados no ensino médio e relacioná-los com outras áreas do conhecimento.

Atualmente, o ensino em química, muitas vezes, não tem alcançado seus objetivos. Esse fato pode ser atribuído, em parte, à resistência de experimentar e vivenciar o novo. O ensino médio está quase sempre voltado para preparar os indivíduos para fazer o vestibular, por isso tem se mantido nos modelos tradicionais, mantendo o conteúdo ainda exigido pela maioria das universidades e acaba por não contribuir muito para formar cidadãos com uma visão mais abrangente da ciência química. Assim, torna-se evidente a necessidade de se buscar alternativas para melhorar a assimilação de conceitos químicos.

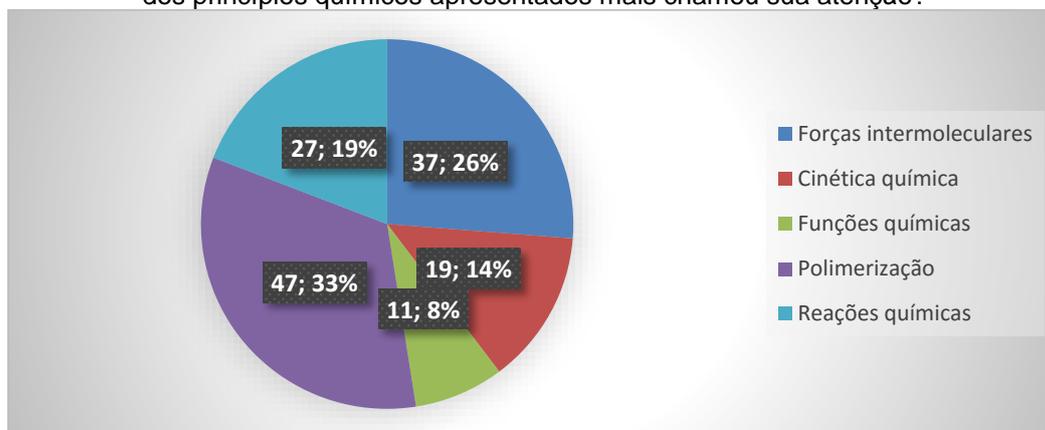
Gráfico 6 - Resultados para a 2ª pergunta do questionário aplicado nas escolas visitadas: O que você achou de utilizar a perícia papiloscópica no ensino de química?



Os resultados para a pergunta “o que você achou de utilizar a perícia papiloscópica no ensino de química” foram extremamente positivos. Mais de 75% dos alunos gostaram muito da proposta de ensinar química utilizando a perícia papiloscópica. Isso evidenciou o potencial prático da atividade pericial na divulgação de princípios químicos no meio educacional.

Para Goergen (1998), as formas de ensinar ciência não acompanharam as céleres mudanças ocorridas na forma de produção da ciência. Uma vez que ainda mantemos muitas formas tradicionais de ensino, esperando do aluno que ele estoque o máximo de conceitos que muitas vezes já estão ultrapassados, e que terão pouca relação com suas atividades futuras. Além disso, o erro, que nos apresenta uma desconfortável situação de ameaça pelas punições através das notas, muitas vezes é tratado como motivo de ironia e de desprestígio pelos próprios colegas.

Gráfico 7 - Resultados para a 3ª pergunta do questionário aplicado nas escolas visitadas: Qual dos princípios químicos apresentados mais chamou sua atenção?



Os resultados conseguidos com essa última pergunta do questionário demonstraram claramente a relevância da temática em uma abordagem educacional informal. Evidenciou-se que o interesse das pessoas pela química é potencializado quando visto pelo prisma da atividade pericial. Ficou também muito claro a possibilidade de estimular a curiosidade das pessoas através da perícia papiloscópica, apresentando relevante oportunidade para a abordagem de princípios químicos em geral.

Como algumas pessoas tiveram dúvidas quanto aos princípios químicos apresentados nas opções da pergunta, isso acabava gerando novas perguntas e, conseqüentemente, provocando novas oportunidades para falar sobre outros princípios químicos relacionados. Isso evidenciou ainda mais as dificuldades que os alunos possuem em aprender os conceitos químicos básicos.

Partindo da educação básica, a grande preocupação da escola, de pais e professores sempre está voltada à aprovação ou reprovação. O conteúdo que o aluno assimilou não é significativo, mais sim, o que ele não aprendeu se torna o essencial. Todos têm suas atenções centradas na promoção, ou não, do estudante de uma série de escolaridade para outra. O sistema de ensino está interessado nos percentuais de aprovação/reprovação do total dos educandos; os pais estão desejosos de que seus filhos avancem nas séries de escolaridade; os professores se utilizam permanentemente dos procedimentos de avaliação como elementos motivadores dos estudantes, por meio da ameaça; os estudantes estão sempre na expectativa de virem a ser aprovados ou reprovados (LUCKESI, 2011).

Imprescindível que, uma vez havendo repercussões dessa proposta para o ensino de química, deve-se pensar em como avaliar a partir dessa nova perspectiva. Segundo Hoffmann (2002), avaliar em um novo paradigma é dinamizar oportunidades de ação e reflexão, num acompanhamento permanente do professor e este deve propiciar ao aluno em seu processo de aprendizagem, reflexões acerca do mundo, formando seres críticos libertários e participativos na construção de verdades formuladas e reformuladas. Assim é fundamental que se tenha uma visão sobre o aluno como um ser social e político, capaz de atos e fatos, dotado de experiências e em conformidade com o senso crítico, sujeito de seu próprio desenvolvimento.

Após a exposição no evento, foi feita uma avaliação positiva. Foi percebido, através dos comentários e questionamentos observados, que houve boa aceitação das pessoas que prestigiaram o estande, sendo possível observar a viabilidade da abordagem em resposta à problemática da pesquisa.

Foi observada, durante a exposição do estande, a presença de pessoas com idades variadas, inclusive professores e alunos de faculdades. Muitos perguntaram sobre a possibilidade de haver um curso voltado para a área da perícia e também sobre as matérias disciplinares mais exigidas para atuar

nessa área. Além disso, muitos visitantes se surpreenderam com as técnicas e reagentes usados na revelação de impressões latentes, e acabavam gerando vários outros questionamentos, como por exemplo, “quais outros produtos serviriam para produzir a revelação de impressões digitais?” e também “se a perícia papiloscópica também serviria para identificar outros animais?” entre outras reações observadas. Isso foi muito positivo para avaliação da pesquisa proposta.

PRODUTO

A partir da exigência curricular do programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima – PPGEC/UERR, o produto apresenta-se como algo que exemplifica a construção do conhecimento por meio de coisa concreta e prática, em consonância com a pesquisa realizada. Dessa forma, o produto pensado e elaborado para materializar o resultado desse trabalho de pesquisa é um kit de perícia papiloscópica constituído apenas com materiais alternativos e de fácil acesso, possibilitando que os professores e alunos que queiram reproduzir essa proposta possam fazê-lo sem grandes dificuldades e sem muitas despesas.

O kit construído para ser utilizado como recurso pedagógico contém os seguintes itens: Pó de sombra + Grafite automotivo; Luvas de procedimento; Máscara; Pinça de metal; Lupa; Tesoura; Pinceis de maquiagem; Rolo de fita adesiva; Régua para apoio; Almofada para entintamento; Caneta; Recortes de papel branco; Caixa de transporte; Manual pedagógico (Figura 28).

Figura 28 - Kit de perícia papiloscópica feito com materiais alternativos.



Os materiais presentes no kit são todos de fácil aquisição e de baixo risco a saúde. Através desses materiais que compõe o kit de perícia papiloscópica será possível realizar a revelação de impressões digitais latentes em vários locais e objetos diferentes.

Desse modo, pretende-se motivar uma ação pedagógica que estimule questionamentos sobre a temática proposta, e incentive estudos sobre processos didáticos no ensino da química de maneira não formal e fomente o conhecimento químico.

O kit deverá ser usado em aulas expositivas. Servindo para captar a atenção dos alunos e proporcionar a abordagem didática dos princípios químicos presentes na perícia papiloscópica.

Pode-se trabalhar com esse produto educacional tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio. Entretanto, é no ensino médio que os alunos começam a estudar a disciplina Química. Nesse período as escolas devem possibilitar aos alunos e professores condições de desenvolver e executar atividades práticas que despertem a observação, estimule o espírito crítico e promovam o conhecimento. Em busca de uma educação integral do educando, aparece a necessidade de desenvolver ações e atitudes que auxiliem o aluno e o professor a um exercício breve da realidade em que vivem, para que o ensino da Química promova um conhecimento útil (TITO; CANTO, 2002).

Para utilização dos materiais constantes no kit de perícia são necessários seguir procedimentos simples para ter sucesso na revelação de impressões digitais latentes em superfícies de locais e objetos que sejam lisos e estejam secos e limpos. Deve-se também observar a cor predominante do local onde será aplicado o pó de revelação, para que haja contraste suficiente para visualização das impressões reveladas.

Segue agora uma sequência de passos para revelação e decalque de uma impressão digital latente encontrada em uma xícara de vidro: 1º) Aplica-se o pó de revelação utilizando o pincel com movimentos suaves e tomando cuidado para não aplicar pó em excesso; 2º) Identificar no recorte de papel o local exato de onde a impressão digital foi retirada; 3º) A impressão é retirada da xícara e colada no papel para preservação (Figura 29).

Figura 29 - Sequência para revelação e coleta de impressões suspeitas.



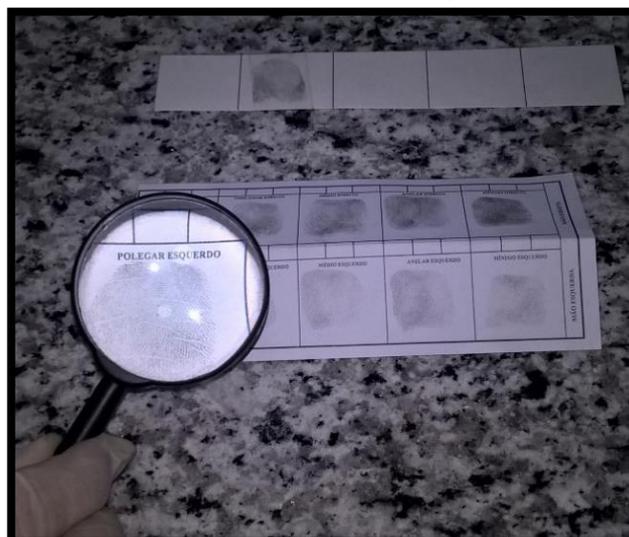
Em seguida veremos a sequência de passos para entintamento dos dedos e coleta de impressões digitais suspeitas para futuro confronto com as impressões retiradas da xícara: 1º) Identifica-se o local onde serão apostas as impressões coletadas com o nome completo da pessoa e qualquer outro dado que achar necessário; 2º) Aplica-se a tinta dos dedos da pessoa utilizando a almofada de entintamento, observando sempre se os dedos estão limpos e secos; 3º) Usando a régua para apoiar o papel contra os dedos, deverão ser coletadas as impressões dos dez dedos. Deve ser feito um único movimento em cada coleta para não sobrepor a impressão (Figura 30).

Figura 30 - Sequência para coleta de impressões digitais padrão.



Para finalizar o procedimento com êxito restará apenas analisar e comparar as impressões coletadas do suspeito (impressão padrão) com a impressão retirada da xícara (impressão suspeita), considerando suas classificações fundamentais e os principais pontos característicos observados, conforme mostrado ao longo do trabalho (Figura 31).

Figura 31 - Confronto entre as impressões digitais suspeitas e padrão.



A proposta desse produto pedagógico é a aplicação prática dos conhecimentos apresentados nesse trabalho de pesquisa, permitindo sua utilização pedagógica em futuras pesquisas que possam surgir a partir das ideias e das abordagens aqui apresentadas.

Todos os itens do kit de perícia papiloscópica elaborado unicamente com materiais alternativos e de fácil aquisição, juntamente com a demonstração aqui exposta de como proceder para positivar uma comparação de impressões digitais, deverá servir para orientação passo-a-passo para realização de procedimentos em outros locais e outros objetos que possam conter impressões digitais latentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados apontados na pesquisa em questão, conclui-se que a resposta ao problema apresentado foi positiva. Os saberes que participaram da divulgação da exposição por meio do estande e das aulas abordaram diversos campos do conhecimento em química. Houve contribuições para a educação e para a divulgação da ciência química. Os saberes técnicos apresentados se somaram aos saberes dos alunos e das outras pessoas que participaram da pesquisa.

As atividades e atividades desenvolvidos nesta pesquisa, apontaram que a atenção dos alunos é mobilizada pelo uso da perícia papiloscópica no ensino de princípios químicos. Sendo, portanto, bastante positiva sua utilização como instrumento de mediação do conhecimento no ensino da química. A pesquisa caracterizou-se como uma maneira na qual a atenção é mobilizada para a otimização da aprendizagem dos estudantes do ensino médio. Notadamente, é necessário que os professores sem busquem recursos criativos que sejam utilizados na sala de aula, agregando assim, objetivos potencialmente cognitivos. O uso das técnicas e dos materiais usados na perícia papiloscópica tornam-se pedagogicamente relevantes no aprimoramento das estratégias de ensino e aprendizagem de princípios químicos.

A montagem do estande de divulgação científica ocorreu conforme o planejado. A apresentação da exposição transcorreu bem e obteve um considerável número de visitantes. Foi eficaz a utilização dos recursos visuais (painel, banner, maleta de perícia) para atrair o público alvo, considerando os comentários, incentivos e elogios observados durante a exposição.

O processo de produção e aplicação da exposição itinerante nas escolas do estado de Roraima buscando explicar o que é a perícia papiloscópica compreendeu uma etapa importante da pesquisa. Houve grandes avanços nas intervenções buscando relacionar as práticas desenvolvidas na perícia papiloscópica com os princípios químicos pesquisados. Foi necessário buscar criteriosamente os conceitos e princípios químicos que apresentavam maior afinidade com a temática, permitindo organizar e expressar o pensamento sobre o objeto de conhecimento estudado.

Ao focar os princípios químicos presentes nas técnicas utilizadas para revelação de impressões digitais latentes, a partir dos resultados apresentados na pesquisa, foi bastante satisfatória a possibilidade de demonstrar para estudantes e para todos que contribuíram com a pesquisa o potencial de divulgação científica e de transposição didática do conhecimento em química através dessa abordagem. O ensino de princípios químicos com a mediação do conhecimento em perícia papiloscópica contribuiu significativamente para mobilizar os processos básicos da atenção no processo de aprendizagem durante as aulas aplicadas. Constatou-se que, utilizando a perícia papiloscópica como ferramenta pedagógica, houve relevante aumento da curiosidade e do interesse de todos os que participaram da pesquisa.

O contexto no qual esta pesquisa foi desenvolvida apontou também aspectos que, possivelmente possam ser abordados em outros trabalhos e em projetos de formação contínua de professores. Existe a possibilidade de desenvolver ainda mais as ideias apresentadas por meio de cursos de extensão e aperfeiçoamento, de forma que contemple tanto a abordagem teórica, como o manuseio prático de formas criativas para ensinar química nas escolas do estado de Roraima.

As possibilidades interativas dos recursos e das abordagens utilizadas na pesquisa despertaram a atenção e curiosidade dos estudantes, assim como permitiram a autonomia no processo de criação e expressão do conhecimento. O ensino de química no ensino médio precisa de um olhar especial, pois carece dessas estratégias inovadoras, dinâmicas e atrativas aos estudantes, que despertem o interesse pelo aprender. Podemos concluir que a proposta metodológica de ensinar e divulgar princípios químicos utilizando a perícia de impressões digitais obteve sucesso. Entretanto, é muito importante que haja constante abordagem de novas metodologias de ensino em futuras pesquisas que busquem continuar o aprofundamento das ideias aqui apresentadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Geraldo Peçanha de; **Transposição Didática: por onde começar?** 2º edição; SP, Cortez, 2011.
- ANDRÉ. M. E. A.; LÜDKE, M. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: Ed. EPU, 1986. Coleção Temas Básicos de Educação e Ensino.
- ARAÚJO, C. J. **Identificação Papiloscópica.** Brasília: Senasp/ANP, 2000.
- ARAÚJO, C.J. **Identificação Neonatal.** Revista Impressões, nº 02. Brasília: INI/DPF, 2000.
- ATKINS, Peter; JONES, Loreta. **Princípios De Química.** 5ª Edição. Bookman, 2012.
- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. (1980). **Psicologia educacional.** Rio de Janeiro, Interamericana. Tradução para português, de Eva Nick et al., da segunda edição de Educational psychology: a cognitive view.
- BALLONE, G. J; MOURA E. C. **Curso de Psicopatologia: Atenção e Memória** in. PsiqWeb, Internet, revisto em 2008. Disponível em: <www.psiqweb.med.br> Acesso em: 14/10/2014.
- BARBERÁ, F. A; TURÉGANO, J. V.; **Policia Científica.** 3. Ed. Valencia, 1998.
- BIZZO, N. 1998. **O Dever de Divulgar o Conhecimento.** *Jornal da Ciência.* 396:12.
- BOGDAN y BIKLEN. **Qualitative research for education.** Boston, Allyn and Bacon, 1982.
- BOGDAN R. BIKLEN S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos.** Porto Editora. 1994. (Coleção Ciências da Educação).
- BORGES, Antônio Tarciso. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Florianópolis, 2002. v. 19.
- BRASIL (País) Secretaria de Educação Média e Tecnológica - Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio.** Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

BRASIL. Secretaria Nacional de Segurança Pública. **Procedimento Operacional Padrão**. Brasília: Ministério da Justiça, 2013.

BUENO, W. **Comunicação científica e divulgação científica**: Aproximações e rupturas conceituais. Inf. Londrina, v. 15, n. esp., p. 1 – 12, 2010. Disponível em: <www. UEL.br/revista/UEL/index.php/informação/article/view/6585 >. Acesso em 21/09/2014.

CHASSOT, Attico **Alfabetização Científica**: questões e desafios para a educação. 5. ed. Revisada. Ijuí: Unijui, 2010.

CHEVALLARD, Y. **La Transposition Didactique**: Du Savoir Savant au Savoir Ensigné. Grenoble, La pensée Sauvage, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A e PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 4ª Edição, 2011.

DEMO, Pedro. **Participação é Conquista**. São Paulo: Cortez e Autores Associados, 2009.

DIERKING, L.D.; *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, suplementar, 2005.

DULTRA, Marco Aurélio Luz. Caso Jomara: **Mudanças Na Trajetória**. Revista Prova Material. Vol. 1, nº 02. Departamento de Polícia Técnica. Salvador, 2004.

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

DULTRA, Marco Aurélio Luz. **Novo método para conservação e reidratação na identificação necropapiloscópica**. Revista Prova Material. Ano 2, nº 06. Departamento de Polícia Técnica. Salvador, 2005.

FARIAS, Robson Fernandes de; NEVES, Luiz Seixas das; SILVA, Denise Domingos da. **História da Química no Brasil**. Campinas-SP: Editora Átomo, 2004.

FEITOSA, S. C. S. **Método Paulo Freire: princípios e práticas de uma concepção popular de educação**. 1999. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1999.

FELTRE, Ricardo. **Química Geral**. São Paulo: Moderna, 2004.

FERREIRA, Simone de. **As tecnologias de informação e de comunicação e as possibilidades de interatividade para a educação**. In: PRETTO, Nelson De Luca. *Tecnologias e novas educações*. EDUFBA, Salvador/B, 2005.

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

FLOR, Damaris; CARVALHO, Terezinha A. **Pereira de. Neurociência para educador**: coletânea de subsídios para alfabetização neurocientífica. São Paulo: Baraúna, 2011.

FORQUIN, J. C. **Escola e cultura**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

FRACALANZA, H.; **A pesquisa sobre o livro didático de Ciências no Brasil**. In: ROSA, M. I. P. (Org.). Formar – encontros e trajetórias com professores de FRANÇA, Genival Veloso de. **Medicina Legal**. 7 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 30. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GAZZANIGA, Michael S; HEATHERTON, Tood F. **Ciência psicológica: mente, cérebro e comportamento**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

GERMANO, Marcelo Gomes e Kulesza, Wojciech Andrzej. **Popularização da Ciência**: uma revisão conceitual; 2006.

GOERGEN, Pedro. **“Ciência, sociedade e universidade”**, Educação e Sociedade, ano XIX, nº 63, agosto/1998.

GOERGEN, Pedro. **Pós-Modernidade, Ética e Educação**. São Paulo: Autores Associados, 2005.

GOHN, M.G.M.; **Educação não-formal e cultura Política: impactos sobre o associativismo no terceiro setor**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

GÓMEZ, Gregorio Rodríguez. **Metodología de la investigación cualitativa**. Málaga, Aljibe, 1999.

HOFFMANN, Jussara. **Avaliar para promover**. 2. ed. Porto Alegre: Editora Mediação, 2002.

http://www.papiloscopia.com.br/estudo_das_papilas.html Acesso em: 15/10/2014.

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

KEHDY, Carlos. **Elementos de Datiloscopia**, 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Científica. 1957. MORAIS, JuremaA. P. Apostila de Perícia Necropapiloscópica, 2003.

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

- KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4 ed. São Paulo: Ed. USP, 2004.
- LIBÂNEO, J. C. **Pedagogia e pedagogos pra quê?** 10 ed. São Paulo: Editora Cortez, 2008.
- LIMA, Ricardo Franco de. Compreendendo os mecanismos atencionais. **Revista Ciência & Cognição**, Vol 06: 113-122. UNICAMP: Campinas/ SP, 2005. Disponível em:
- LIMA, Ricardo Franco de.; **Compreendendo os mecanismos atencionais**. **Revista Ciência & Cognição**, Vol 06: 113-122. UNICAMP: Campinas/ SP, 2005.
- LOPES, A.R.C. **Conhecimento escolar em Química : Processo de Mediação Didática da ciência**. Rio de Janeiro : Química Nova, 1997.
- LUCKESI, Cipriano C. **Avaliação da aprendizagem: componente do ato pedagógico**. São Paulo: Cortez, 2011.
- MAARSCHALK, J.; **Scientific literacy and informal science teaching**, 1988.
- MAIA, Heber (org). **Neurociências e Desenvolvimento Cognitivo**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2011.
- MAIA, Heber (org). **Neurociências e Desenvolvimento Cognitivo**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2011.
- MARANDINO, M.; SELLES, S.E.; FERREIRA, M.S. **Ensino de Biologia histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.
- MARANDINO, M.; Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação; **Transposição ou Recontextualização? Sobre a Produção de Saberes na Educação em Museus de Ciências**; Maio /Jun /Jul /Ago 2004 No 26.
- MINAYO, Souza Cecília Maria de. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis, Vozes, 1994.
- MONTERO, Ignacio; TAPIA, Jesús Alonso. **Orientação Motivacional e Estratégias Motivadoras na Aprendizagem Escolar**. In: COLL, César (org). **Desenvolvimento Psicológico e Educação**. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- MORIN, E.; **Ciência com Consciência**. 7ª ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil. 2003.
- PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leite do. **Química na abordagem do cotidiano**. 2ª edição; SP: Moderna, 2002.

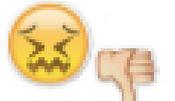
- PETITJEAN, A.; **La transposition didactique em français. Pratiques**, 1998.
- PIMENTA, Selma Garrido; GHEDIN, Evandro; FRANCO, Maria Amélia Santoro. **Pesquisa em educação**. Edições Loyola, São Paulo, 2006.
- PINHEIRO, J.M.; **Biometria nos Sistemas Computacionais: Você é a Senha**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, 2008.
- RICARDO, E. C. **Competências, Interdisciplinaridade e Contextualização: Dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma Compreensão para o ensino das ciências**. 2005. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). 249p. Universidade Federal de Santa Catarina – Centro de Ciências da Educação. Florianópolis-SC.
- ROCHA, Sônia Cláudia Barroso da & FACHÍN-TERÁN, Augusto Fachín. **O uso de espaços não formais como estratégia para o ensino de ciências**. Manaus: UEA/Escola Normal Superior/PPGEECA, 2010.
- RUDIO F. V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. 30ª Edição. Petrópolis: Editora Vozes, 2002.
- SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Hernández; LUCIO, Pilar Batista. **Metodologia de Pesquisa**. 3ª edição, SP. McGraw-Hill, 2006.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em química: Compromisso com a cidadania**. 2ª edição. RS: Unijuí, 2000.
- SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia histórico-crítica** : primeiras aproximações.
- SCHNETZLER, R. e ARAGÃO R. **Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química**. Química Nova na Escola, 1995.
- SERRANO, Gloria Perez. **Investigación cualitativa. Retos e interrogantes: técnicas y análisis de datos**. Madrid, La Muralla, 1998.
- TAFNER, Elisabeth Penzlien; **A Contextualização do Ensino como fio condutor do processo de aprendizagem**. Disponível em: <<http://www.icpg.com.br/artigos/rev03-08.pdf>> Acesso em: 23/09/2014.
- TAYLOR, S. J.; BOGDAN, R. **Introducción a los métodos cualitativos de investigación**. Buenos Aires, Paidós, 1986.
- VERGARA, Moema de Rezende. Ensaio sobre o termo “vulgarização científica” no Brasil do século XIX. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 137-145, jul/dez 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Questionário aplicado na exposição do estande.

 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS	 ESTADO DE RORAIMA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS	 UERR UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA
PESQUISA		
1-Você gostou do estande e da proposta apresentada para divulgação da ciência química?		
		
<i>Gostei Muito</i>	<i>Mais ou Menos</i>	<i>Não Gostei</i>
2-Você já tinha conhecimento sobre os materiais e técnicas apresentadas no estande?		
		
<i>Sim</i>	<i>Algumas Coisas</i>	<i>Não</i>
3-O que mais chamou sua atenção no estande?		
	<i>As técnicas usadas na perícia papiloscópica.</i>	
	<i>Os materiais utilizados para revelar impressões digitais.</i>	
	<i>Os princípios científicos apresentados.</i>	
4-Você acha possível utilizar os princípios químicos apresentados para ajudar no ensino da química?		
		
<i>Sim. Ajudaria na motivação dos alunos</i>	<i>E possível a utilização de alguns princípios</i>	<i>Não ajudaria na aprendizagem</i>
Caso queira dar sugestões para melhorar esse trabalho escreva aqui:		
	_____	

APÊNDICE B - Questionário aplicado nas aulas expositivas.

 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS	 ESTADO DE RORAIMA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS	 UERR UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA
<h2 style="margin: 0;"><u>PESQUISA</u></h2>		
<p>1- Você já conhecia a química presente na perícia papiloscópica?</p>		
 Sim	 Não	
<p>2- O que você achou de utilizar a perícia papiloscópica no ensino de química?</p>		
 Gostei Muito	 Mais ou Menos	 Não Gostei
<p>3- Qual dos princípios químicos apresentados mais chamou sua atenção?</p>		
	<p><i>Forças intermoleculares</i></p>	
	<p><i>Cinética química</i></p>	
	<p><i>Funções químicas</i></p>	
	<p><i>Polimerização</i></p>	
	<p><i>Reações químicas</i></p>	
<p><i>Caso queira dar sugestões para melhorar esse trabalho escreva aqui:</i></p>		
		

APÊNDICE C - Modelo de roteiro para aplicação das aulas temáticas.

MODELO DE AULA TEMÁTICA

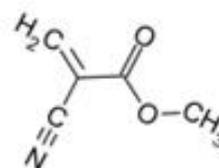
Aplicação de pesquisa

Professora: Dra. Ivanise Rizzatti

Mestrando: Francisco James

► **Objetivo:** Observar os princípios químicos presentes nas etapas da técnica de revelação de impressões digitais latentes que utiliza o reagente "Cianoacrilato".

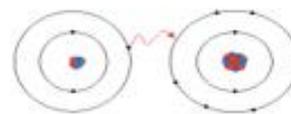
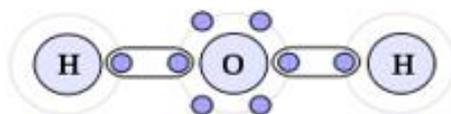
CIANOACRILATO: É encontrado no mercado como componente ativo das supercolas.



Uma impressão digital é formada de 99% água. O vapor do cianoacrilato polimeriza com a água das impressões latentes. *Indicado para uma grande variedade de materiais. Obtém bons resultados em superfícies metálicas e não metálicas, porosas e não porosas.*



PRINCÍPIOS QUÍMICOS PRESENTES: Polimerização; Ligações químicas; Ligação iônica; Ligação covalente; Regra do octeto.



APÊNDICE D - Banner usado para apresentação dos princípios químicos.



PPGEC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENSINO DE CIÊNCIAS

ESTADO DE RORAIMA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS



UERR
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA

A QUÍMICA PRESENTE NA PERÍCIA PAPILOSCÓPICA

Francisco James Oliveira Silva
Mestrando (PPGEC/UERR)
vicolima@bol.com.br

Dra. Ivanise Maria Rizzatti
Professora orientadora
ivariatti@uerr.com.br



NINDRINA



Reação química

CIANOACRILATO



Polimerização

NITRATO DE PRATA



Reação química

IODO



Reação química

PÓ



Reação físico-química

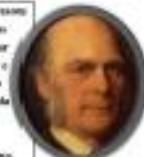


A 37 mil anos atrás os homens já marcavam suas casas e objetos com as marcas das mãos.



O "Sistema antropométrico" desenvolvido por Alphonse Bertillon baseava-se na mensurabilidade do tamanho do indivíduo, impossibilidade de achar dois humanos com as mesmas medidas e a facilidade com que medidas poderiam ser tomadas para serem utilizadas para a identificação humana.

1879



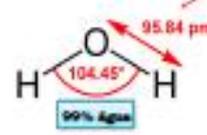
Francis Galton foi quem tomou pela primeira vez medidas científicas para comprovar que as digitais são únicas e também o mesmo padrão para o resto da vida. Ajuda científica ao faturar das provas dos delitos que diferenciam cada indivíduo.

1888



Juan Vucelja foi o responsável pela primeira vez utilizando o método das impressões digitais.

1892



95.84 pm
104.45°
99% Água

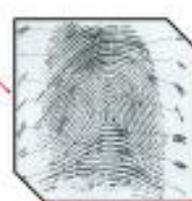


Surgiram durante a evolução humana pela necessidade de sugar presas e objetos.



As digitais começam se formar em células e são o fruto de este processo.





www.uerr.com.br