



**DATILOSCOPIA CRIMINAL COMO TEMA
MOTIVACIONAL NO ENSINO DE QUÍMICA**

Criminal dactyloscopy as a Motivational Theme in Chemistry Teaching

32

Marcela Lopes de Moura Quina¹; Kamilla Rodrigues Rogerio²

¹ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail:marcelamat2004@yahoo.com.br.

² Centro de Educação a Distância do Estado do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

Resumo

Observando o cenário de ensino da química no ensino médio, em que ainda existem grandes dificuldades no tocante das metodologias de ensino e também na aceitação desta ciência pelos alunos, este trabalho traz sugestões de utilização dos conceitos da datiloscopia, uma técnica específica da química forense, encorajando seu uso em aulas experimentais de química para alunos da 3ª série do ensino médio, afim de fazer um elo entre a realidade desses alunos com as definições teóricas da química, desta forma, tornando o ensino da química significativo.

Palavras-chave: ensino de química, química forense, datiloscopia criminal, ensino e aprendizagem significativa

Abstract

Observing the scenario of teaching chemistry in high school, where there are still great difficulties regarding teaching methodologies and also the acceptance of this science by students, this work brings suggestions for the use of the concepts of dactyloscopy, a specific technique of forensic chemistry, encouraging its use in experimental chemistry classes for 3rd grade high school students, in order to make a link between the reality of these students with the theoretical definitions of chemistry, thus making the teaching of chemistry meaningful.

Keywords: chemistry teaching, forensic chemistry, criminal fingerprinting, teaching and meaningful learning



INTRODUÇÃO

Ensino Tradicional de Química e uma Nova Proposta de Abordagem

33

O ensino da química no nível médio encontra grandes dificuldades no tocante a metodologias de ensino e na aceitação da química pelos alunos, alguns motivos permeiam o baixo rendimento na disciplina, entre os quais a ausência de “sentido” e a ineficiência dos métodos de ensino. A não priorização de aulas práticas, contextualizadas, interdisciplinares e interativas distanciam a disciplina da realidade, exigindo um alto grau de abstração dos conceitos, tornando o conteúdo um amontoado de textos difíceis que precisam ser decorados para a prova (MORRA, 2018).

O conhecimento da química deve servir para uma análise crítica do mundo, deve ser resultado de um conhecimento construído pelos alunos para resolução de problemas atuais e relevantes para a sociedade. De acordo com Costa (2017), a química tem fundamental importância na formação dos alunos do ensino médio, a adoção de aulas expositivas em detrimento de práticas experimentais gera uma desmotivação nos alunos. Cardoso & Colinvaux (2000) destacam algumas expressões utilizadas pelos alunos para se referirem ao ensino da química, como: “chatas”, “ensinada de forma enjoada”, “cansativas”, “todas iguais”, “difíceis”, “sem importância” e “pouco aplicadas no dia a dia”.

A análise do processo de contextualização sugere que o papel dos professores pode ser mais importante do que se imagina, pois é necessário que eles orientem ativamente os alunos por meio de atividades que integrem suas experiências anteriores ao novo ambiente de aprendizagem por meio de atividades intelectuais (SLEETER & CORNBLETH, 2011).

O ensino de química nas escolas deve buscar novos métodos que visem a contextualização e a imersão na realidade social dos alunos e não apenas se concretizar como um conhecimento limitado a fórmulas ou símbolos, dessa forma será possível transformar os olhares dos alunos sobre a química e a importância desta disciplina em suas vidas (SILVA et al., 2016).



Como tornar o ensino da química mais atraente para os alunos? Demonstrando aos alunos que a disciplina faz todo sentido para a compreensão da realidade, principalmente através das aulas temáticas em que possamos dialogar com os conteúdos de química inerentes ao cotidiano dos estudantes, essas ações tendem a aumentar o interesse e a curiosidade dos estudantes pela ciência química (SANTOS et al., 2016).

Aprendizagem Significativa

Ausubel e colaboradores (1980) argumentam que a aprendizagem de um aluno depende de estruturas cognitivas prévias associadas a novas informações, ou seja, uma valorização da experiência anterior do aluno. Ressalta ainda que na orientação para a aprendizagem é fundamental compreender a estrutura cognitiva do aluno, visando compreender a quantidade de informação que o aluno possui.

A aprendizagem significativa não é compatível com métodos tradicionais de ensino, pois necessita de uma metodologia de ensino estimuladora, desafiadora e que contextualize o saber prévio do aluno ao novo conhecimento, alterando assim sua percepção da realidade de forma crítica e construtiva, por conseguinte, aulas experimentais de química se tornam um método adequado para o alcance da aprendizagem significativa (SILVEIRA; VASCONCELOS; SAMPAIO, 2019).

Compreende-se que quando as atividades experimentais são realizadas conforme os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, elas apresentam um grande potencial para obtenção de resultados mais efetivos, pois proporcionam o entendimento dos conceitos químicos, além de incentivar a atenção e o protagonismo dos estudantes na busca do conhecimento.

O sucesso na aprendizagem significativa depende de três fatores (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978 e MOREIRA, 2006):

- Um conjunto de aprendizagem significativo;
- Conceitos relevantes para ancorar as novas ideias;



- Significado inerente dos novos conceitos. Se um ou mais destes requisitos não forem satisfeitos, segue-se a aprendizagem de rotina.

A importância de atividades práticas no ensino da química: a ciência forense entre a prática e o ensino

35

O trabalho prático (laboratorial) é uma parte natural da aprendizagem baseada na investigação em química e tem tido uma abordagem central na aprendizagem da química pelo menos desde o final do século XIX. Domin (1999) identifica quatro estilos distintos de atividades laboratoriais: (a) tradicional/verificação, (b) investigação, (c) descoberta e (d) problemática.

Atividades laboratoriais bem concebidas e de tipo investigativas, em particular, podem proporcionar oportunidades de aprendizagem para ajudar os estudantes a construir competências de aprendizagem de nível superior e capacidades metacognitivas (HOFSTEIN, 2004). Os estudantes são desafiados a fazer perguntas apropriadas, encontrando e sintetizando informação, monitorizando informação científica, concebendo investigações, e tirando conclusões (KRAJCIK, MAMLOK & HUG, 2001). Os estudantes que participam das atividades laboratoriais investigativas são frequentemente mais ativos e iniciam mais ideias do que no âmbito das atividades laboratoriais normais. Os estudantes, quando ensinados a serem ativos, fazem progressos significativos na formulação de hipóteses adequadas, na concepção e execução de investigações, na compreensão de variáveis, no registro de dados e na sintetização de novos conhecimentos (LECHTANSKI, 2000).

Chassot (1990) apontou que quando o ensino se limita a um método formalizado, acaba deixando de considerar as possibilidades de tornar a química mais “acessível” e não tem mais a oportunidade de compará-la com os avanços tecnológicos que afetam diretamente a sociedade, quando experimentação e contextualização se desenvolvem em conjunto, os alunos podem compreender melhor o conteúdo teórico. Uma das razões para a baixa frequência de experimentos por professores em cursos de ciências/química é a falta de recursos, entretanto, periódicos da área publicam



experimentos abrangendo uma ampla gama de tópicos utilizando materiais de baixo custo (ZABALA, 1998; SILVA et al., 2009).

A prática docente deve ser reflexiva, crítica, capaz de levar os professores a buscar abordagens metodológicas eficientes no tocante à aprendizagem. Muitos estudos já foram e vêm sendo desenvolvidos com essa temática de busca de um ensino mais eficiente, nesse sentido, um caminho que vem demonstrando ser viável é o da experimentação investigativa dinâmica, que exige dos alunos uma participação ativa, crítica e transformadora (PEREIRA, VITURINO & ASSIS, 2017). A experimentação investigativa demonstra-se uma prática contextualizadora (se baseia em situações cotidianas), interdisciplinar, problematizadora, desafiadora e estimulante (SANTOS e MENEZES, 2020).

O interesse pelas aulas práticas e o reconhecimento dos materiais didáticos são importantes, principalmente quando analisados no mesmo grupo. A literatura demonstrou que a interdisciplinaridade e a contextualização do conteúdo da disciplina forense podem estimular o interesse pela ciência, além de beneficiar o aprendizado (GARRIDO, 2010).

A Química Forense

A ciência forense é uma área interdisciplinar que envolve física, biologia, química, matemática, dentre outras ciências (Figura 1), com o objetivo de dar suporte às investigações relativas à justiça civil e criminal. Segundo Saferstein(2001), a ciência forense em sua definição mais ampla é a aplicação da ciência à lei, sendo sua meta principal prover apoio científico para as investigações de danos, mortes e crimes inexplicados. Ela contribui na elucidação de como ocorreu determinado delito, ajudando a identificar os seus intervenientes por meio do estudo da prova material recolhida no âmbito da investigação criminal. Desse modo, a química forense é considerada uma ramificação da ciência forense, que utiliza técnicas e conceitos químicos para investigar a contribuição de determinados fatores na realização de delitos de modo a fornecer significativa colaboração à ciência forense (SAFERSTEIN, R., 2011).



Figura 1. Química Forense. Fonte: Oliveira e Soares (2021)

Logo, a química forense, diz respeito às técnicas utilizadas na unidade da área de química retórica mobilizadas pelas seções de medicina e análise de vestígios e tornou-se parte dos métodos de ensino de química que buscam contextualizar o conhecimento. Os educadores estão a fazer uso da ciência forense para ensinar química com uma vasta gama de recursos, pois a utilização de aplicações do mundo real para dar alguma relevância aos conceitos químicos que os estudantes estão a aprender é uma técnica pedagógica muito motivadora (MORRA, 2018).

Os estudantes podem facilmente relacionar-se com a química forense, e graças ao elevado número de programas de televisão e outros produtos midiáticos envolvidos na reportagem sobre a química forense, os estudantes têm alguma familiaridade com o assunto. Esta familiaridade pode ajudar a atrair os estudantes quando discutem conceitos e técnicas químicas. Os estudantes não só aprendem a química desta forma, como também obtêm alguma exposição a um assunto aplicado, adicionando valor ao material ensinado. Além disso, muitos educadores descobriram que a simples colocação de uma experiência no contexto de uma investigação de homicídio falso por exemplo, ou outro



mistério hipotético a ser resolvido, acrescenta naturalmente motivação para a atividade (FERREIRO-GONZÁLEZ et al., 2019).

Atualmente, filmes e séries de TV mostram as visões fascinantes e emocionantes dos cientistas forenses. Esta abordagem forense tem aumentado o interesse nesta área do conhecimento. Esse interesse pode ser usado para estimular o ensino das ciências naturais em diferentes níveis de ensino (GARRIDO, 2010). No nível secundário, há algumas propostas interessantes, uma delas é o uso de experimentos forenses clássicos para ensinar e aprender ciências (FILHO & ANTEDOMENICO, 2010). A proposta visa fornecer conteúdo acadêmico a partir de uma perspectiva interdisciplinar. Também visa manter um vínculo entre a realidade e o currículo, conforme sugerido pelos Parâmetros Curriculares Nacionais Brasileiros (BRASIL, 2002).

Dessa forma, percebe-se que a química forense se encaixa perfeitamente como um tema de fundo motivacional e contextualizador para confecção de aulas práticas investigativas, estas com potencial de inovar a educação no tocante ao ensino de certos conhecimentos de química, potencializando os resultados de aprendizagem.

Datilosopia Forense

A identidade é um direito e um dever do cidadão. O Estado possui métodos eficazes de identificação: autópsia médico-legal, a genética forense, a medicina dentária forense e a Datilosopia Forense.

A Papilosopia é a ciência que trata da identificação humana através das papilas dérmicas encontradas na palma das mãos e na sola dos pés. É uma ciência mais conhecida pelo estudo das impressões digitais.

A composição do suor que é depositado quando a pele faz contato com uma superfície é uma mistura complexa. Recentes estudos identificaram centenas de compostos presentes no suor humano (YAMASHITA & FRENCH, 2010).

Duas glândulas primárias contribuem para a produção de suor, as glândulas sudoríferas (écrina e apócrina) e as glândulas sebáceas. Cada glândula contribui com



uma mistura única de compostos químicos. Estes compostos transpiram dos poros para com o atrito serem transferidos através do toque em uma superfície (YAMASHITA & FRENCH, 2010). A Tabela 1 relaciona as principais substâncias presentes no suor humano e as glândulas que as excretam (YAMASHITA & FRENCH, 2010).

Tabela 1- Relação entre as glândulas e os compostos excretados no suor humano.

Glândulas	Compostos Inorgânicos	Compostos Orgânicos
Sudoríparas	Cloretos Íons metálicos Amônia Sulfatos Fosfatos Água	Aminoácidos Ureia Ácido Láctico Açucars Creatinina Colina Ácido úrico
Sebáceas		Ácidos graxos Glicerídeos Hidrocarbonetos Álcoois
Apócrinas	Ferro	Proteínas Carboidratos Colesterol

Fonte: Chemello, 2006.

Assim, as impressões digitais latentes ou impressão papilar latente (IPL) somente podem ser visualizadas por meio de técnicas de revelação específicas já que o resíduo depositado é proveniente, majoritariamente, do suor humano. Ou seja, a composição desse em 99% de água e o restante de compostos orgânicos e inorgânicos (CERRATI, 2021).

As substâncias químicas presentes nas secreções que origina a IPL podem ser exploradas pelos professores de forma a identificar suas funções orgânicas e características físico-químicas pertinentes a aplicação da técnica etc.

Técnicas de revelação de digitais latentes:

Técnica do Pó: Consiste na aplicação de uma fina camada de pó sobre a superfície suspeita de conter impressões digitais. Como a água corresponde a 99% do



suor contido nas digitais recentes (de até 48 horas) ocorre aderência do pó, principalmente à água, por meio de interações moleculares, tipicamente forças de Van der Waals e ligações de hidrogênio, revelando as impressões digitais. Só são eficientes em superfícies lisas como vidro, metal, plástico e madeira envernizada ou tratada, e em superfícies porosas como, papel, papelão e madeira sem tratamento. Para superfícies claras, usa-se pós pretos e os pós brancos revelam digitais em superfícies escuras (FARIAS, 2010). Na Tabela 2 estão relacionados alguns pós utilizados na revelação de impressões digitais.

Tabela 2- Tipos e composições de pós para revelação de digitais

Pós pretos	
Pó Óxido de ferro	Óxido de ferro (50%), Resina (25%), negro de fumo (25%)
Pó Dióxido de manganês	Dióxido de manganês (45%), Óxido de ferro (25%), negro fumo (25%), Resina (5%)
Pó negro de fumo	Negro de fumo (60%), Resina (25%), Terra de Fuller (15%)
Pós brancos	
Pó Óxido de titânio	Óxido de titânio (60%), Talco (20%), Caulin (20%)
Pó Carbonato de chumbo	Carbonato de chumbo (80%), Goma arábica (15%), Alumínio em pó (13%), negro de fumo (2%)

Fonte: Chemello, 2006.

Como mostrada em séries policiais, a técnica de pulverizar (ou “empoar”) as soluções químicas (depósitos) que caracterizam as IPLs são bastante utilizadas pelas polícias judiciárias no Brasil. Em outros países não é diferente. Os pós continuam sendo a ferramenta mais utilizada no mundo para este tipo de atividade, por se configurar em um instrumento simples, efetivo, rápido, barato e versátil (BLEAY et al., 2018).

Na escolha de qual pó será utilizado deve-se levar em conta a natureza da superfície analisada como a cor - usando um pó para contrastar -, as condições climáticas - principalmente a umidade - e o tipo da superfície - lisa ou porosa.



(CHEMELLO, 2006). O pó de impressão digital é relativamente simples e depende da aderência do mesmo ao resíduo da impressão latente para fornecer boa visibilidade e definição de detalhes da impressão digital. Esta visibilidade ocorre devido a sua afinidade pela umidade se aderindo ao resíduo depositado pela pele, por este motivo que essa técnica só é aplicada em impressões digitais novas. É bem aceito que as atrações mecânicas entre essas partículas e os componentes da impressão digital causam adesão do pó a digital (YAMASHITA & FRENCH, 2010; MAIA, 2012; CHEMELLO, 2006).

Todos os pós empregados na revelação das IPLs utilizam mecanismos de adesão que ocorrem entre as moléculas de uma substância/substrato (material que compõe o pó) e as moléculas do outro substrato (material presente nas linhas que formam as IPLs) (BLEAY et al., 2018). Quando a força de atração envolve moléculas do mesmo tipo (que pertencem ao mesmo substrato), essa força é denominada de coesão; quando envolve moléculas diferentes, a força passa a ser denominada de adesão (DARVELL, 2018).

Em um sentido amplo, a ligação adesiva é simplesmente um processo de fixação de superfície que geralmente é qualificado pela especificação do tipo de atração intermolecular que pode existir entre as superfícies envolvidas (CARVALHO et al., 2021).

Uma adesão eficiente vai depender de diversos fatores:

1. Carga eletrostática sobre as superfícies envolvidas;
2. Formato, tamanho, área superficial e energia livre de superfície;
3. Química das superfícies envolvidas;
4. Forças intermoleculares;
5. Molhabilidade (capacidade de umedecimento).

A revelação de impressões digitais por meio de pó fluorescente é uma das técnicas mais utilizadas para superfícies muito coloridas. O pó fluorescente é aplicado sobre a



superfície e, em seguida, é iluminado com uma luz ultravioleta. O pó fluorescente irá absorver a luz ultravioleta e emitir luz visível, fazendo com que as impressões digitais se tornem visíveis." (Sampaio, 2018, p. 76).

42

Após reveladas, as impressões digitais devem ser coletadas por meio da aplicação de fita adesiva transparente e posterior transposição para lâminas de microscópio ou para observação por lupa, a digital será classificada e comparada com outras digitais para possível identificação da digital.

Para fins práticos, na elaboração de aulas práticas para nível médio, o professor pode recorrer a pós mais fáceis de encontrar e de custo baixo, como grafite (Figuras 2 e 3) e pó de carvão (pós pretos) e pó de giz (pó branco). A utilização dos pós, como já mencionado, pressupõe que a IPL é recente, e que, portanto, ainda possuem alta concentração de água, pois com o passar do tempo a água da solução (emulsão de água e óleos) tende a evaporar. A utilização dos pós explora as forças de adesão (coesão: entre as moléculas da água, devido suas interações do tipo ligação hidrogênio) que ocorre entre os resíduos da IPL e os pós, sendo cada uma dessas forças representadas pelas interações intermoleculares (dipolo permanente- dipolo permanente) entre a água e o pó e (dipolo induzido-dipolo induzido) entre o resíduo da IPL e o pó, ou simplesmente, forças de Van der Waals. Nesta técnica também é possível trabalhar o conceito de algumas funções orgânicas, tais como as dos aminoácidos.



Figura 2: Técnica do pó (Grafite) aplicado numa taça de vidro. Fonte: A autora



Figura 3: Técnica do pó (Grafite) aplicado numa placa de porcelana. Fonte: A autora

Os pós da (Tabela 2) foram desenvolvidos pensando em potencializar essas interações e gerar uma digital mais visível e definida, porém, para fins lúdicos e de aprendizagem de conceitos e definições a utilização dos pós alternativos cumpre o objetivo. Quais as explicações químicas para essas interações e como maximizá-las deve ser objeto de reflexão para os alunos e fonte de investigação para alunos e professores.

Cabe destacar ao aluno que o pó ideal para revelar impressões recentes devem ter grânulos da menor dimensão possível, assim como a superfície de contato deve ser grande.

Técnica do Vapor de Iodo: Consiste em colocar os pequenos objetos (papéis, cartas etc.) com a IPL que serão analisadas dentro de um frasco de vidro, um becker ou um erlenmeyer por exemplo, e, em seguida, adicionar **crístais** de iodo e tampar o frasco (Figura 4). A base dessa técnica é a sublimação do iodo, ou seja, seu vapor interage com a composição da IPL através do fenômeno da adsorção.



Figura 4: Revelação de impressão digital utilizando a técnica do vapor de iodo com iodo sólido. Fonte: A autora

Os cristais de iodo sublimam (passagem do estado sólido para o estado gasoso) com ligeiro aquecimento, até mesmo a temperatura e pressão ambiente, essa mudança de estado físico do iodo ocorre com a absorção de calor e à medida que a temperatura aumenta é liberado um vapor lilás (tóxico), que quando interage com a impressão digital forma um produto de coloração marrom alaranjada.

A impressão digital some com o tempo devido a precariedade da interação física anteriormente citada (SEBASTIANY et al, 2013). Cabe destacar que essa técnica deve seguir os parâmetros de segurança laboratoriais devido a toxicidade do vapor de iodo proveniente de iodo sólido.

Em sua dissertação de Mestrado Profissional em Química pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Jaqueline da Rocha, utilizou uma **técnica substitutiva** a apresentada anteriormente, utilizando uma mistura de 20 gramas de areia e 10 gotas de iodo comercial vendido em farmácias. A técnica consiste em colocar a mistura em num recipiente de plástico com tampa de tamanho suficiente para colocar dentro deste o papel contendo a IPL, com uma pinça coloca-se o papel com a IPL dentro do pote



fechado e aguarda-se por 1 a 2 minutos para impressão da digital. (ROCHA, J. da., 2020, p.24).

Esta alternativa elimina o risco de expor os alunos a toxicidade do vapor de iodo proveniente do iodo sólido.

45

Nesta técnica o professor pode explorar conceitos de mudança de fase (estado físico da matéria) Figura 4 e destacar a característica do iodo de sofrer sublimação a baixas temperaturas, relacionando esse fato as características de sua geometria molecular, posição na tabela periódica, massa e distribuição eletrônica, explorando também os fatores que determinam os pontos de fusão e ebulição de outros elementos (massa, geometria molecular, polaridade e interações intermoleculares). Pode explorar também os conceitos de processos endotérmicos e exotérmicos (Figura4), além de ligações covalentes, polaridade e definições sobre a força de dispersão de London e outras forças intermoleculares (as formas como as moléculas dos compostos (polares ou apolares) formados por ligações covalentes interagem entre si).

Por que essa técnica deve ser realizada o mais breve possível após a impressão ficar exposta (recente), sabendo que o principal componente das IPL é a água?

Além de sabermos que impressões antigas possuem porcentagem de água baixa, pois sofre evaporação, dependendo também da temperatura do local onde se encontra. Tem-se o fato de que se acreditou por muito tempo que a formação da cor marrom nas IPL ocorria pela interação do iodo por forças de London com os constituintes manifestamente sebáceos da impressão digital e também pela reação de adição de iodo às insaturações (ligações duplas) de hidrocarbonetos. Mais recentemente foi considerada a interação do iodo com a água e outros compostos com dipolos permanentes, estimulando um dipolo induzido no iodo (BLEAY; CROXTON; DE PUIT, 2018). Esta interação intermolecular mantém o iodo temporariamente nas cristas, de tal maneira que com o tempo ele se desprende e a impressão revelada perde seu contraste.

Outros assuntos pertinentes que podem ser explorados são: referente a solubilidade do iodo em óleos e gorduras (ácidos graxos, lipídios etc); tipos de reações



orgânicas (halogenação) já que o iodo quebra as ligações duplas do ácido graxo e se liga ao carbono; e também trabalhar uma revisão dos grupos orgânicos (ácidos carboxílicos) nos ácidos graxos.

46

Devido à natureza interdisciplinar e aplicada da ciência forense, a sua utilização para ensinar química ajuda os estudantes a desenvolverem capacidades de pensamento crítico, dadas às questões e problemas claros a serem resolvidos. Os estudantes têm a oportunidade de aprender raciocínio lógico, interpretação e apresentação de dados, análise de erros, trabalho de equipe, e redação formal de relatórios. Ao contrário de outras aplicações da química, o interesse que a ciência forense desenvolve nos estudantes ajuda no desenvolvimento dessas aptidões valorizadas (GRAY, 2019).

Diante do exposto, aulas forenses e oficinas de técnicas de descoberta de impressões digitais latentes têm se mostrado ferramentas eficazes no ensino de química, estabelecendo a necessária relação entre o estudo do assunto e a aplicação do conhecimento na área. A criminologia, tem ajudado a solucionar crimes há muitos anos. Logo, aproximar conceitos de química por meio da ciência forense para promover a interdisciplinaridade e contextualização representa um recurso didático diferenciado e importante para conduzir experimentos de formas interessantes.

OBJETIVOS

Objetivos Gerais

Estabelecer a necessidade de uma abordagem contextualizada, prática, investigativa e significativa do ensino de química, rompendo com métodos clássicos ineficientes, utilizando a datiloscopia, uma técnica específica da química forense, como tema de fundo motivacional em aulas experimentais de química para alunos da 3ª série do ensino médio.

Objetivos Específicos

- Propor a adoção de aulas práticas de química que explorem as técnicas de revelação de digitais: técnica dos pós e técnica do vapor de iodo.



- Propor ao professor que explore todo conhecimento químico que envolve a realização das práticas.

- Propor que o professor realize uma verificação de aprendizagem e de satisfação dos alunos após as práticas.

47

METODOLOGIA

Ressalta-se que o estudo foi delimitado com foco na temática, selecionando livros, publicações periódicas (jornais e revistas, impressas ou virtuais), artigos científicos, trabalhos acadêmicos, legislação, publicadas nos últimos 10 anos, embora também tenha sido selecionado materiais com datas anteriores em razão de conceituação de termos e de contexto histórico do assunto, através das palavras-chave: “aula prática de química”, “aula de química no ensino médio”, “ensino de química”, “datiloscopia criminal”, “química forense”, “aprendizagem significativa”, nos bancos de dados do Google Scholar, Google Books, Scielo e Biblioteca Virtual da USP.

Ainda, seguindo os ensinamentos dos autores estudados, os procedimentos para a revisão da literatura e a construção do embasamento teórico foi dividido nas seguintes etapas: escolha do tema e delimitação do tema; levantamento bibliográfico preliminar; elaboração do plano provisório de assunto; busca das fontes; leitura do material; fichamento; organização lógica do assunto; e por fim redação do texto.

O passo inicial para o desenvolvimento do presente trabalho, foi especificamente elaborar uma maneira adequada para o ensino da química utilizando datiloscopia como tema motivacional para os alunos da terceira série do ensino médio, realizando para isso uma revisão da literatura, uma vez que se pretende reunir as informações já encontradas sobre o assunto, e aplicado uma metodologia qualitativa, com foco no caráter subjetivo da bibliografia analisada, por conceitos, definições, posições e opiniões, bem como uma metodologia exploratória, descritiva e avaliativa.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como consequência da revisão bibliográfica realizada, este trabalho passa a traçar propostas metodológicas de construção e avaliação de aulas práticas de química para alunos da 3º ano do nível médio tendo a datiloscopia como tema motivacional por constatar que essa metodologia é eficaz a nível teórico, passamos as propostas:

Proposta de aplicação de aula prática de revelação de digital utilizando a técnica do pó preto (grafite ou carvão) e do vapor de iodo (sólido ou líquido):

Etapas

Preparo do ambiente para a aula prática: Nesta etapa o professor deve preparar o laboratório para receber os alunos e preparar as práticas, organizando os materiais onde ficarão os grupos de alunos.

Divisão dos grupos: Dividir a turma em grupos de 2 a 4 alunos.

Introdução da aula: O Professor deve distribuir um roteiro de aula e um embasamento teórico que pode ser retirado deste trabalho. O professor fará uma breve explanação de toda a dinâmica da prática e dos conhecimentos de química envolvidos diretamente na execução das atividades.

Para que a prática tenha cunho investigativo propõe-se que o professor crie uma história fictícia para ser desvendada, por exemplo: uma história de assassinato, de furto, de mistério, que envolva a necessidade de revelar a digital do suspeito deixada recentemente em uma superfície lisa (copo, bancada, celular, tela de computador e etc). O cenário (laboratório) pode ser montado baseado na história e ser classificado como cena do crime ou somente usar os objetos ficticiamente apreendidos como prova para a obtenção das digitais latentes em laboratório. Nesta etapa o professor deve testar anteriormente os procedimentos e produzir uma digital por um dos métodos para ser a digital do suspeito a ser identificado.



Execução da prática de revelação de digitais pelas duas técnicas apresentadas: A prática com vapor de iodo sólido deve seguir as normas de segurança de laboratório e ser executada por um técnico responsável uma vez que o vapor de iodo é tóxico, os alunos devem ficar a uma distância segura observando o procedimento ou o professor pode gravar o procedimento e depois mostrar aos alunos. A técnica do vapor de iodo alternativa apresentada utilizando uma mistura de areia e iodo líquido comercial não possui riscos e pode ser executada pelos alunos. A técnica do pó utilizando grafite ou pó de carvão não possui nenhum risco à saúde e pode ser executada pelos alunos sem problemas.

Comparação simbólica com as digitais do suspeito (anteriormente preparadas): para constatação simbólica do culpado. Nesta etapa o professor pode utilizar as digitais das carteiras de identidade dos alunos para fazer comparações com a digital encontrada no experimento colocando todos como suspeitos, ou pode colher a digital do suspeito utilizando um dos métodos antes de começar a prática, ou pode estabelecer um suspeito em cada grupo para ser revelado pelos outros grupos. Cabe destacar que a comparação das digitais será feita de forma simbólica, pois o objetivo da prática não é se aprofundar nas técnicas de leitura e comparação de digitais.

Avaliação da aprendizagem: Fica a critério do professor, propõe-se uma avaliação individual dos conhecimentos adquiridos e também uma avaliação da prática por parte dos alunos em forma de questionário, o qual contenha as perguntas: Como você avalia a utilização de aula prática no ensino da química? Como você avalia a utilização de temas motivacionais como foi utilizada a datiloscopia no ensino de química? Você gostaria que as aulas de química passassem a ter essa dinâmica a partir de hoje?

Mensuração dos resultados das avaliações: Conclusão sobre o rendimento dos alunos, se satisfatório ou não, e sobre a percepção dos alunos no tocante a metodologia proposta por esse trabalho.

Na pesquisa de Vale (2013) concluiu-se que o potencial associado a área da ciência forense é enorme e pode ser um trunfo a ser utilizado pelo professor nas suas aulas, porque lhe permitirá atrair a atenção do aluno, pode ajudá-lo na disciplina dentro



da sala de aula e com alunos mais motivados será mais fácil melhorar os resultados obtidos à disciplina, uma vez que os alunos certamente prestarão mais atenção e estarão mais empenhados;

50

Santos (2020) aponta que com o desenvolvimento das atividades contextualizadas pode-se dizer, que saiu se do campo teórico e das aulas tradicionais que em parte são voltadas muitas vezes a uma aprendizagem mecânica, pautada apenas pela transmissão de conhecimento pelo professor, passando então para o campo da aprendizagem significativa através da utilização de outros recursos motivadores, aproveitando o que os alunos já sabem e de acordo com Moreira (1999), acrescentando conhecimentos e promovendo a aprendizagem. Assim, arrisca-se afirmar que a aprendizagem é a passagem de um nível menos elaborado para um nível mais elaborado.

Munayer (2018) afirma que os resultados permitiram inferir que os contos de suspense associados às atividades investigativas, bem como, o tema ciência forense possuem potencial para promover um ambiente de aprendizagem favorecedor do engajamento disciplinar produtivo no ensino de química.

No âmbito da rede pública de ensino Muniz (2019) mostra que os resultados foram positivos, confirmando que é possível desenvolver uma sequência didática alternativa contextualizada pela ciência forense, apesar das dificuldades existentes.

Para Silva e Galvan (2013) os resultados foram positivos quanto ao uso da experimentação associada à ciência forense, assim como também se mostrou uma importante ferramenta didática para ser utilizada como facilitadora no processo de ensino-aprendizagem, bem como para a inserção dos conteúdos na disciplina de química no ensino médio.

Realizando-se um paralelo com os resultados dos artigos citados fica evidente que o uso dos conceitos das diversas áreas dentro da ciência forense, mais especificamente os da química forense, como uma proposta metodológica experimental na 3ª série do ensino médio, surte efeito positivo, pois retira de cena aquelas aulas



tradicionais voltada para uma aprendizagem mecânica com alunos passivos, passando então para o campo de aprendizagem significativa.

Sendo a química uma ciência de cunho experimental, pode-se dizer que ela está inserida não apenas em investigações criminais, mas também nas diversas situações que encontramos em nosso cotidiano e isso faz com que ao unir tais ciências o ensino se torne diferenciado, independente dos recursos metodológicos utilizados como jogos didáticos, aulas práticas, salas multimídias ou mesmo o uso de seriados criminalísticos. Essa contextualização do ensino da química forense com a química teórica, proporciona aos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem (docentes e discentes) um ensino dinâmico e eficaz, além de uma aprendizagem significativa.

CONCLUSÕES

A maioria dos alunos pensa na química como uma ciência descritiva baseada em símbolos, regras, fórmulas e reações porque esquecem de mostrar como essa ciência realmente funciona na vida cotidiana. A natureza interdisciplinar e contextualizada da ciência forense, por meio de experimentos interessantes, torna o conteúdo carente de participação teórica e discente. Por meio deste trabalho, pode-se demonstrar que o professor, ao realizar atividades práticas e divertidas em sala de aula, ajudará o aluno a observar a relevância do que está aprendendo, incentivando-o a aprender química de forma simples, relevante e durável, que pode ser alcançada através da curiosidade e de sua participação para comprovar os fatos científicos.

Em química forense, existem vários testes investigativos e presuntivos utilizados para identificar o material da cena do crime, mas apenas dois foram utilizados neste estudo, um envolvendo impressão digital (exame papiloscópico) e outro envolvendo identificação de fluidos corporais.

A ciência forense muitas vezes desperta grande curiosidade entre os jovens, pois o trabalho dos especialistas é minucioso, investigativo e exige muita perspicácia e sabedoria, o que encanta os alunos. A análise de questionários diagnósticos pré-aula, de



alguns artigos basilares, mostrou que os alunos entrevistados acreditavam que a melhor forma de aprender química era por meio de aulas práticas. Isso sugere que o uso da descoberta em cenas de crime por meio de pesquisas químicas é uma ótima ferramenta para melhorar o aprendizado dos alunos.

A utilização de métodos diferenciados na formação inicial, ainda modesta na educação básica, mantém o ensino nos métodos tradicionais, onde os professores são os que detêm todo o conhecimento e os alunos são apenas receptores da informação, tornando o ensino “chato” desinteressante. É compreensível o quanto a falta de um ensino contextualizado dificulta a construção do pensamento crítico individual, abrindo novas possibilidades para a construção do conhecimento por meio da contextualização e da interdisciplinaridade. A literatura afirma que, para desenvolver habilidades e competências cognitivas e emocionais, o ensino de química deve ajudar os alunos a se desenvolverem como seres humanos e cidadãos, permitindo-lhes saber como tomar suas próprias decisões em situações problemáticas.

Conclui-se que este trabalho, utilizando da metodologia mencionada, é capaz de construir bases teóricas suficientes para embasar a viabilidade de traçar linhas gerais de propostas para aulas práticas de química tendo como tema motivacional a datiloscopia forense, não se propondo a esgotar minuciosamente detalhes técnicos de materiais e métodos das propostas de aula, para tanto o professor deverá se aprofundar em outros trabalhos mais minuciosos nesse sentido. A contribuição mais importante desse trabalho é o fato de o mesmo ter se apresentado solidamente como um guia teórico aos professores que pretendem inovar no ensino da química e procuram alternativas metodológicas de ensino que se enquadram nos objetivos deste trabalho.

Cabe frisar também o caráter disruptivo do trabalho no tocante a conscientização por parte dos professores da necessidade de compreender a importância das aulas práticas no ensino da química, a importância da compreensão do jargão: “aprendizagem significativa” no ensino da química, o que determina a legislação educacional brasileira no tocante ao ensino de química e por fim o foco principal deste trabalho: a importância



de se buscar temas motivacionais que façam a ligação entre tudo que foi mencionado anteriormente, o aluno e a aprendizagem de química.

Logo, este trabalho tem alto potencial de alcance em seus objetivos se conseguir alcançar os professores que procuram por mudanças em suas práticas de ensino baseadas em métodos clássicos ineficientes, e desejam melhorar o ensino de química com métodos inovadores e com uma visão centrada no aluno, para tanto, seus fundamentos teóricos logicamente alinhados e convincentemente construídos culminam na certeza de que uma semente foi lançada em solo fértil para prosperidade do ensino de química.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D. & HANESIAN, H. (1978). **Educational psychology: A cognitive view**. 2nd edition. New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1978. Disponível em:

<https://so05.tci-thaijo.org/index.php/DPUSuthiparithatJournal/article/view/244185>

BLEAY, S. M. et al. **Fingerprint Development Techniques**. [S.l.]: Wiley, 2018. DOI: 10.1002/9781119435659

BRASIL. Ministério da Educação (MEC) - Secretaria de Educação Média e tecnologia (Semtec). **PCN+ Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002, p.93. Disponível em:

<http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/328/0>

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. **Explorando a motivação para estudar química**. Química Nova, v. 23, n. 3, 2000.

CARVALHO, D. D. S.; CUNHA, W. F. da; LOBO, B. J. M.; DE OLIVEIRA NETO, P. H. **O pó revelador e o seu processo de adesão aos resquícios presentes nas impressões papilares latentes**. Revista Brasileira de Ciências Policiais, [S. l.], v. 12, n. 4, p. 323-358,



2021. Disponível em: <https://www.escavador.com/sobre/3780515/pedro-henrique-de-oliveira-neto>

CERATTI, L. N. **Síntese de corantes fluorescentes solúveis em água e seu emprego na revelação de impressões digitais latentes.** UFRGS, IQ, Porto Alegre, 2021.

CHASSOT, A. **A Educação no Ensino de Química.** Ijuí: Unijuí: 1990.

CHEMELLO, E. **“Ciência forense: impressões digitais”.** Quim. Virtual, 2006. Disponível em: <https://silo.tips/download/introducao-chemello-e-quimica-virtual-dezembro-2006-p1>

COSTA, F. **Dificuldades no ensino de química: um estudo realizado com alunos de um projeto de ensino.** In: 57º Congresso Brasileiro de Química, Gramado/RS, 2017.

DARVELL, B. W. **Materials science for dentistry.** Birmingham: Elsevier, 2018. DOI:10.1016/B978-0-12-802674-2.00001-9

DOMIN, D. S. (1999). **A review of laboratory instruction styles.** Journal of Chemical Education, 76, 543 – 547. DOI: 10.1021/ed990015a

FARIAS, R. F. **Introdução À Química Forense.** 3ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.

FILHO, C. R. D., ANTEDOMENICO, E. **A perícia criminal e a interdisciplinaridade.** Química Nova na Escola, v. 32, n. 02, p.67-72, Maio, 2010.

GARRIDO, R. G. **O aprendizado de criminalística: interações entre as modalidades formal, informal e não-formal de educação.** Saúde Ética & Justiça, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 10-15, 2010.

GRAY S. E. C. **From DUIs to Stolen Treasure: Using Real-World Sample Analysis to Increase Engagement and Critical Thinking in Analytical Chemistry Courses.** In Teaching Chemistry with Forensic Science; Harper-Leatherman, A. S., Huang, L., Eds.; ACS Symposium Series 1324; American Chemical Society: Washington, DC, 2019; Chapter 10, pp 169–202. DOI 10.1021/acs.chemrev.8b00969

HOFSTEIN, A. (2004). **The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research.** Chemistry Education and Practise, 3, 247 – 264.



KRAJCIK, J., MAMLOK, R. & HUG, B. (2001). **Learning science through inquiry**. In L. Corno (Ed.), *Education across a century: The Centennial volume*. The NSSE Yearbook. Chicago: Chicago University Press.

LECHTANSKI, V. (2000). **Inquiry-based experiments in chemistry**. NY: Oxford University Press.

MAIA, F. S. “**Criminalística geral**”, Fortaleza-Ceará, 2012.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228862840_A_study_about_the_learning_of_students_who_worked_with_computational_modeling_and_simulation_in_the_study_of_simple_electric_circuits

MORRA, B. **The Chemistry Connections Challenge: Encouraging Students to Connect Course Concepts with Real-World Applications**. J. Chem. Educ. 95, 2212–2215, 2018.

MUNAYER, T. K. A. **A utilização de contos de suspense e atividades investigativas no processo de ensino e aprendizagem de química na educação básica: uma proposta de um paradidático sobre ciência forense**, Ouro Preto, 2018. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/1586>

MUNIZ, A. S. **Ciência forense na escola: uma proposta de sequência didática para turmas de nono ano**, FURG, Santo Antônio da Patrulha, 2019. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7243>

OLIVEIRA, D. F.; SOARES, E. C. **Química forense: uma abordagem teórica, lúdica e experimental para o ensino de química**. Campinas: Átomo, 2021.

PEREIRA, A. S., VITURINO, J. P., & ASSIS, A. (2017). **O uso de indicadores naturais para abordar a experimentação investigativa problematizadora em aulas de Química**. *Educação Química Revista*, 1(2).

ROCHA, Jaqueline da. **Uma proposta de aula experimental lúdica com conotação forense como ferramenta didática motivacional para o ensino de química direcionada ao ensino médio**, PROFQUI, Seropédica, 2020.

SAFERSTEIN, R. (2011). **Criminalistics: An Introduction to Forensic Science** (9th ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.



SAMPAIO, J. B. (2018). **Manual de Papiloscopia: técnicas de revelação e comparação de impressões digitais**. São Paulo: Editora Atlas.

SANTOS, F. R. **Proposta de uma atividade usando a química forense para a contextualização no ensino de química**, São Paulo, 2020.

SANTOS, L. R.; MENEZES, J. A. (2020). **A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios**. Revista Eletrônica Pesquiseduca (Revista do Programa de Educação -Universidade Católica de Santos), v. 12, n. 26, p. 180-207, jan./abr.

SANTOS, M. J.; et al. **Produção de uma sequência didática interdisciplinar com o foco na química dos cremes dentais: possibilidades para a contextualização**. Revista Ciências&Ideias, V.7, N.3 – Setembro/Dezembro 2016.

SEBASTYANI, A., SILVA, W. C., & SILVA, M. F. (2013). **Abordagem didática da ciência forense no ensino médio**. Revista de Educação em Química da ABQ, 12(1), 35-43.

SILVA, D. A., & GALVAN, L. P. (2013). **A utilização da experimentação associada à ciência forense no ensino de química no ensino médio**. Revista de Educação em Química da ABQ, 12(1), 25-34.

SILVA, J. F.H.; JUNIOR, A.S.C.J.; ARAÚJO, M. S. I., **Experimentação em Química Forense Para Alunos de Ensino Médio, Proposta Diferenciada de Ensino**, 56º Congresso Brasileiro de Química. 2016.

SILVA, R. T. D., AIRES, J. A., e GUIMARÃES, O. M. **Contextualização e experimentação uma análise dos artigos publicados na seção “Experimentação no Ensino de química” da revista Química Nova na Escola 2000-2008**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, v.11, n.2, 245-261, 2009.

SILVEIRA, F. A.; VASCONCELOS, A. K. P.; SAMPAIO, C. G. **Análise do jogo MixQuímico no ensino de química segundo o contexto da teoria da aprendizagem significativa**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 12, n. 2, 2019.

SLEETER, C. E., & CORNBLETH, C. **Teaching with vision: Culturally responsive teaching in standards-based classrooms**. New York, NY: Teacher’s College Press. 2011.

VALE, I. G. C. **Ciência forense na escola – a motivação para estudar química**, UMinho, 2013.



YAMASHITA, B.; FRENCH, V. “**Latent print development**”. Chapter 7, 2010.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.