



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

Ciências forenses no ensino de química: proposta de atividades experimentais

Alisson Barros Y Silva^{1*} (PG), Márcio Marques Martins¹ (PQ).
*alissony.aluno@unipampa.edu.br

¹Universidade Federal do Pampa – Campus Bagé – Av. Maria Anunciação Gomes Godoy, 1650. Bairro Malafaia. CEP 96413-172.

Palavras-Chave: Ciência forense, Química, Ensino

Área Temática: Experimentação no Ensino

RESUMO: A contextualização e a experimentação no ensino de ciências promovem a motivação dos alunos e favorecem a construção do conhecimento, conectando o conteúdo e a realidade. O objetivo deste trabalho é selecionar atividades experimentais contextualizadas com ciências forenses para serem testadas e reproduzidas em uma sequência didática a ser desenvolvida, testada e validada no âmbito do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Unipampa Bagé. Os conteúdos que pretende-se abordar incluem: polaridade, forças intermoleculares, densidade, solubilidade, pH, funções inorgânicas, oxirredução, entre outros. As atividades experimentais previstas são: análise de gasolina pelo teste da proveta, revelação de impressões digitais com carvão, análise de tinta de caneta por cromatografia em papel, extração de DNA, e análise de manchas de sangue com reagente de Kastle-Meyer. Para a avaliação da aprendizagem serão aplicados um questionário diagnóstico, um questionário avaliativo, e análise de conteúdo sobre estudos de casos baseados em cenários reais.

INTRODUÇÃO

O ensino atual é muitas vezes baseado na transmissão de conhecimentos selecionados e organizados logicamente pelo professor e, em geral, prima pela mera fixação desses conhecimentos pelos alunos. Em geral os resultados almejados, tais como a promoção da educação e o desenvolvimento cognitivo do aluno, não são plenamente atingidos de forma a se somar às características individuais e emocionais dos estudantes (Rosa; Silva; Galvan, 2014). Muitos temas presentes na mídia, com aspecto interdisciplinar e potencial para tornar a aprendizagem significativa, muitas vezes não são explorados no ensino, assim, a interdisciplinaridade e a contextualização sugeridas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) acabam não sendo valorizadas (Filho; Antedomenico, 2010).

A interdisciplinaridade é um fator essencial para o debate transversal de conteúdos e conceitos abordados no ensino de química, abrangendo fatores ambientais, econômicos, sociais, tecnológicos e culturais, fundamentais para a formação de um estudante crítico (Rosa; Silva; Galvan, 2014). Atividades práticas também são fundamentais para a construção do conhecimento, de modo a investigar e questionar ideias e conhecimentos adquiridos, permitindo a reflexão, a modificação conceitual e a construção de novos conceitos (Ferreira *et al.*, 2018). O ensino prático



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

de ciências deve propor a experimentação com base na ideia de que o aluno é construtor do seu próprio conhecimento (Andrade; Massabni, 2011), podendo despertar o senso crítico, o raciocínio lógico, a capacidade de elaboração de hipóteses e a relação entre ciências e o cotidiano.

As ciências forenses são um conjunto interdisciplinar, envolvendo química, física, biologia, medicina, matemática, entre outras áreas, que utilizam seus conhecimentos para auxiliar investigações de interesse da justiça (Rosa; Silva; Galvan, 2014). Nesse sentido, as ciências forenses podem ser trabalhadas em sala de aula como tema transversal, pois permite integrar diversas disciplinas, desenvolver a ideia de conhecimento não fragmentado, favorecendo a tomada de decisão fundamentada em vivências e experiências da vida social do aluno (Sebastiany *et al.*, 2013).

Devido às inúmeras técnicas experimentais utilizadas nas ciências forenses que podem ser adaptadas para o ensino de química, favorecendo o interesse dos alunos pela ciência, a aprendizagem e diversas habilidades, o objetivo deste trabalho é selecionar atividades experimentais contextualizadas com ciências forenses no ensino de ciências, para serem testadas e reproduzidas em um projeto de dissertação sobre o tema, no âmbito do Mestrado de Ensino de Ciências da Unipampa campus Bagé. As atividades experimentais propostas são: análise de gasolina pelo teste da proveta, revelação de impressões digitais com pó de carvão, extração de DNA da mucosa bucal, análise de tinta de canetas por cromatografia em papel e identificação de manchas de sangue com reagente de Kastle-Meyer.

METODOLOGIA

O presente trabalho é um breve recorte da proposta de um estudo de caso que será dividido em 3 etapas, diagnóstica, prática e avaliativa, aplicado em alguma turma de ensino médio ainda não definida. Para verificar se a construção de algum conhecimento foi favorecida pela metodologia adotada, será aplicado um questionário diagnóstico e um questionário avaliativo, com questões relacionadas aos conteúdos a serem abordados, bem como sobre o tema ciências forenses. Apesar de a turma a ser aplicada ainda não estar definida, o planejamento das atividades seguirão o princípio de que os alunos já possuem conhecimentos prévios em suas estruturas cognitivas, identificados pelo questionário diagnóstico.

Com base em uma revisão bibliográfica nas plataformas Google Acadêmico, SciELO, Periódicos da CAPES e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) sobre as seguintes atividades experimentais no ensino de ciências: análise de gasolina pelo teste da proveta, revelação de impressões digitais, cromatografia em papel, extração de DNA da mucosa bucal e análise de manchas de sangue com reagente de Kastle-Meyer, serão realizados testes preliminares, elaborados planos de aula adaptados para o ensino de diferentes conteúdos, como polaridade, forças intermoleculares, densidade, solubilidade, funções inorgânicas, pH, oxirredução, entre



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

outros. As ciências forenses abordadas e suas respectivas atividades experimentais propostas são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1: Ciências forenses e atividades experimentais propostas

Ciência Forense	Atividade experimental
Química Forense	Análise de adulteração de gasolina
Papiloscopia Forense	Revelação de impressões digitais
Genética Forense	Extração de DNA
Documentoscopia Forense	Análise de tinta de caneta
Hematologia Forense	Análise de manchas de sangue

Fonte: Autores

Além do questionário avaliativo, aplicado após a sequência didática, a avaliação do conhecimento também se dará subjetivamente pela aplicação e discussão de situações-problemas, crimes reais, articuladas com as atividades experimentais, à medida que os alunos demonstrarem saber aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo das atividades em situações reais. A motivação e o interesse dos alunos serão avaliados de forma subjetiva com base em sua participação ativa, na observação de suas expressões faciais, na coerência de suas ideias e questionamentos.

AS ATIVIDADES PROPOSTAS

ANÁLISE DE ADULTERAÇÃO EM GASOLINA: TESTE DA PROVETA

A proposta dessa atividade é contextualizar conteúdos de concentração, densidade, polaridade e solubilidade, com a química forense por meio do experimento de análise de aditivo de álcool em gasolina. A química forense é o ramo das ciências forenses que utiliza conhecimentos de química para fins de interesse judiciário (Silva, 2023). Na análise de adulteração de combustíveis, medicamentos, alimentos, bebidas e combustíveis, por exemplo. A Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) é responsável pela fiscalização de postos de combustíveis, a qual atualmente determina que o percentual permitido de etanol em gasolina é de 27%, com margem de tolerância mais ou menos 1%, sendo a adição de etanol fora desse padrão considerada crime (Oliveira; Soares, 2020). A adição de etanol na gasolina tem função de aumentar a octanagem da gasolina, diminuir emissão de poluentes e reforçar alterações de diretrizes de políticas energética, e a adulteração do percentual indicado altera propriedades físico-químicas da gasolina, que



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

influenciam no controle da ignição do carro, no aquecimento, na aceleração do motor e no consumo de combustível (Petrobrás, 2013, *apud* Seabra, 2022).

O teste da proveta é um método utilizado na análise da concentração de etanol na gasolina, baseado na separação destes por uma solução de cloreto de sódio. O procedimento dessa atividade pode ser facilmente aplicado em sala de aula ou laboratório, sendo resumindo em adicionar 50 mL de gasolina em proveta de vidro de 100 mL, adicionar a solução de cloreto de sódio 10% (m/v) até completar o volume (100 g de sal para cada litro de solução), misturar as camadas de água e de gasolina por 10 inversões sucessivas da proveta, deixar a proveta em repouso por 15 minutos até a separação completa das duas fases, registrar e calcular o teor de álcool na gasolina, calculado pela fórmula $T\% = \frac{v_f - v_i}{v_g}$, na qual T% é o teor de álcool, v_f o volume final, v_i , volume inicial e v_g o volume inicial de gasolina (Seabra, 2022; Oliveira; Soares, 2020).

REVELAÇÃO DE IMPRESSÕES DIGITAIS: TÉCNICA DO PÓ

A proposta da atividade de revelação de impressões digitais é contextualizar os conteúdos de polaridade e forças intermoleculares com o tema papiloscopia forense. A papiloscopia é a ciência responsável pela identificação humana pelas papilas dérmicas das palmas das mãos, dos pés e das impressões digitais das pontas dos dedos (Poletto, 2017), sendo possível relacionar um indivíduo com um local de crime, com vestígios encontrados no local, e possivelmente identificar a autoria do crime. Uma das técnicas empregadas por papiloscopistas para a revelação das impressões digitais latentes é a técnica do pó, baseada nas interações das partículas de um pó, específico para cada tipo de superfície, com as partículas da impressão digital.

Na adaptação da técnica para o ensino, será utilizado pó de carvão. O procedimento consiste em triturar o carvão até obter um pó bem fino, colocar a digital em um papel, aplicar o pó sobre a superfície do papel, agitar o papel para espalhar o pó sobre a impressão digital, e remover o excesso de pó com um pincel (Poletto, 2017). A revelação da impressão digital ocorre pela adsorção das partículas do pó sob a impressão digital. A adsorção é resultante das ligações de hidrogênio entre algumas partículas polares do pó com a água da impressão digital, e a medida que o tempo passa e a água evapora, a adsorção é devido às forças dipolo induzido entre partículas apolares do pó com ácidos graxos presentes na impressão digital (Farias, 2008, p. 71).

ANÁLISE DE TINTAS DE CANETA: CROMATOGRAFIA EM PAPEL

Para a realização da cromatografia em papel, será feita a análise de tinta de diferentes canetas, em contextualização com documentoscopia forense, a fim de construir conhecimento de polaridade e forças intermoleculares. A documentoscopia é a área das ciências forenses responsável por determinar a autoria e a autenticidade de documentos, para qualquer finalidade, utilizando técnicas clássicas e instrumentais na análise de tintas, selos, papel, carimbos, etc (Oliveira; Soares, 2020).



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

A cromatografia é uma técnica de separação e identificação de componentes de misturas, muito usada em laboratórios forenses com instrumentos sofisticados, na análise de diversos materiais. A separação dos componentes da mistura se dá pela migração diferencial de cada um, que ocorre devido às diferentes interações com uma fase móvel e uma fase estacionária, ambas imiscíveis (Degani; Cass; Vieira, 1998).

Na aplicação da técnica para o ensino, será realizada a cromatografia em papel, a qual o procedimento consiste em cortar um papel filtro em formato retangular, traçar uma linha à 1 cm da borda inferior e, com o auxílio de palito de dente, aplicar sobre a linha três pontos de três canetas coloridas diferentes. Em seguida, adicionar em um recipiente 10 mL de solução de cloreto de sódio 10%, adicionar o papel filtro no recipiente, e esperar a corrida cromatográfica (Barbosa *et al.*, 2018).

EXTRAÇÃO DE DNA DA MUCOSA BUCAL

A atividade de extração do DNA objetiva contextualizar os conteúdos de polaridade, forças intermoleculares e solubilidade em química, e possivelmente genética e DNA em biologia, com o tema genética forense. A genética forense, fundamentada na biologia molecular, na estatística e na genética de populações, utiliza seus conhecimentos para o desenvolvimento de técnicas e métodos para pesquisa genética, a fim de dar suporte à investigações periciais e decisões judiciais (Silva *et al.*, 2017, p. 241, *apud* Oliveira; Soares, 2020). Os exames genéticos forenses buscam identificar os participantes de um delito a partir de amostras biológicas coletadas em locais de crime ou em suspeitos.

O experimento a ser realizado em aula será a extração do material genético da mucosa bucal, o qual o procedimento consiste em bochechar 50 mL de água, para retirar tecidos epiteliais e resíduos, e cuspir. Deixar 100 mL de água potável na boca por 3 segundos, transferir para um béquer. Em outro béquer, misturar água, sal (para separar o DNA das proteínas) e detergente (para romper a membrana plasmática), sem mexer muito para não criar espuma. Adicionar em um tubo de ensaio a solução de água, sal e detergente, e transferir a água com saliva para o mesmo. Misturar de um lado para o outro, 3 vezes, devagar. Com o auxílio de uma pipeta, transferir álcool gelado pelas paredes do tubo de ensaio. Será possível observar a formação dos filamentos de DNA (Souza, 2016). A atividade proposta promove momentos de investigação e aprendizagem, pois cada etapa do procedimento é de importância para o resultado. O detergente tem função de desestruturar a bicamada lipídica e romper a membrana plasmática das células, os cátions Na^+ do sal neutralizam os grupos fosfatos do DNA, os ânions Cl^- neutralizam as histonas, favorecendo a aglutinação, e a adição de etanol gelado para evitar a dissolução do DNA no álcool (Pereira; Júnior; Bonetti, 2010).

IDENTIFICAÇÃO DE MANCHAS DE SANGUE: REAGENTE DE KASTLE-MEYER

Realizando a atividade de identificação de manchas de sangue, os conteúdos de funções inorgânicas, pH e oxirredução serão contextualizados com hematologia forense. A hematologia forense é a área das ciências forenses dedicada à



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

“compreensão da análise sanguínea, sua interpretação e repercussão na esfera jurídica, incluindo o estudo das manchas de sangue associadas a um evento delituoso, com intuito de identificá-las, caracterizá-las e inferir a dinâmica, os meios e os modos de ocorrência do crime” (Francez *et al.*, 2017, p. 213, *apud* Oliveira; Soares, 2020). O reagente de Kastle-Meyer, usado como teste presuntivo para a presença de sangue, é um indicador que muda de coloração quando oxidado pela hemoglobina presente no sangue (Sebastiany *et al.*, 2013).

Para a preparação do reagente, primeiramente deve-se preparar uma solução de hidróxido de sódio (20g de NaOH em 90 mL de água destilada), e adicionar 1 g de fenolftaleína dissolvido em 10mL de etanol. A solução ficará com coloração vermelha devido a fenolftaleína ser um indicador ácido-base que adquire essa cor em pH acima de 8. Em seguida, adicionar 20 g de pó de zinco metálico e aquecer em fogo brando. Será possível observar que a solução ficará incolor, devido a oxirredução ocorrente, visto que o hidrogênio nascente reduz o indicador. Preparado o reagente de Kastle-Meyer, é possível utilizar um cotonete umedecido com soro fisiológico, solicitar aos alunos que passem-no em uma amostra de sangue (de carne ou fígado), adicionar uma gota do reagente no cotonete, e uma gota de água oxigenada. Será possível observar a mudança de cor quase instantaneamente (Souza, 2016).

CONCLUSÕES

As ciências forenses oferecem um amplo leque de experimentos que podem ser adaptados para fins de ensino em diferentes níveis. A falta de reagentes adequados em escolas torna necessária a utilização de alternativas. A revelação de impressões digitais com carvão, por exemplo, é uma alternativa à técnica do pó usada na perícia criminal, assim como a produção do reagente de Kastle-Meyer pode tornar necessária a utilização de outros indicadores de pH em uma escola, mas pode ser produzido em laboratórios de química em universidades. A cromatografia em papel pode ser aplicada em escolas, e é uma alternativa a outras técnicas cromatográficas utilizadas em perícias, que podem ser utilizadas no nível superior.

O teste da proveta e a extração de DNA, assim como a revelação de impressões digitais com carvão, podem ser facilmente reproduzidos no ensino médio e superior, sem demandar reagentes caros e de difícil acesso. Todos os experimentos elencados neste artigo serão previamente testados pelo autor, antes da aplicação em sua dissertação.

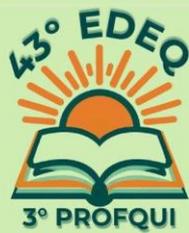
A contextualização com o tema ciências forenses também proporciona a discussão sobre temas de importância social em sala de aula. Casos de violência, adulteração e qualidade de alimentos, combustíveis, medicamentos entre outros produtos, acidentes de trânsito, acidentes de trabalho, questões ambientais, e qualquer caso que envolva a justiça e ciência, são exemplos de temas que podem ser discutidos, favorecendo a cidadania e a construção do aluno crítico.



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**. 2011. v. 17, n. 4, p. 835-854
- BARBOSA, A. K. D. S.; LIMA, C. H. D.; SILVA M. H. V.; NETO, R. N. A ciência forense como tema transversal para o ensino de química. **VII Encontro Nacional das Licenciaturas - VII ENALIC**. 5-7 dez. 2018
- DEGANI, A. L. G.; CASS, Q. B.; VIEIRA, P. C. Cromatografia: Um breve ensaio. **Química Nova na Escola**. 1998. n. 7
- FARIAS, R. F. D. **Introdução a Química Forense**. 2. ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2008
- FERREIRA, J. F.; DANTAS, T. R.; DANTAS, J. S. C.; DANTAS, S. D. A.; SANTOS, C. P. F. Química forense uma proposta de ensino contextualizado por meio de sequências didáticas. **V Congresso Nacional de Educação - V CONEDU**. 2018
- FILHO, C. R. D.; ANTEDOMENICO, E. A Perícia Criminal e a Interdisciplinaridade no Ensino de Ciências Naturais. **Química Nova na Escola**. 2010. v. 32, n. 2
- OLIVEIRA, D. F. D.; SOARES, E. C. **Química Forense: Uma abordagem teórica, lúdica e experimental para o ensino de química**. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais. Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá-MT, 2020
- PEREIRA, B. B.; JÚNIOR, E. O. C.; BONETTI, A. M. Extração de DNA por meio de uma abordagem experimental investigativa. **Genética na Escola**. 2010. v. 5, n. 2, p. 20-22. DOI: <https://doi.org/10.55838/1980-3540.ge.2010.103>
- POLETTI, M. A ciência forense como metodologia ativa no ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**. 2017. v. 12, n. 8
- ROSA, M. F. D. R.; SILVA, P. S. D.; GALVAN, F. D. B. Ciência forense no ensino de química por meio da experimentação. **Química Nova na Escola**. São Paulo-SP, 2014
- SEABRA, A. D. C. **Aplicação da química forense no ensino de química orgânica para alunos do ensino médio articulada a aprendizagem baseada em problemas (ABP)**. Mestrado Profissional em Química, Instituto de Federal de Ensino, Ciências e Tecnologia do Espírito Santo. Vila Velha-ES, 2022
- SEBASTIANY, A. P.; PIZZATO, M. C.; PINO, J. C. D.; SALGADO, T. D. M. A utilização da ciência forense e da investigação criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. **Educación Química**. n. 24, p. 49-56, 2013
- SILVA, P. S. D.; ROSA, M. F. D. Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. 2013. v. 6, n. 3. ISSN: 1982-873X. DOI: 10.3895/S1982-873X2013000300009



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

SILVA, A. B.; SILVA, E. D. A. D. **Química Forense: Experimentação e contextualização no ensino de química.** Universidade Federal do Pampa. Bagé-RS, 2023;

SOUZA, A. K. R. D. **Uso da química forense como ferramenta de ensino através da aprendizagem significativa.** Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE, 2016.

Apoio



Página | 8