

A CIÊNCIA FORENSE COMO METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Forensic science as an active methodology in science teaching

Matheus Poletto [mpolett1@ucs.br]
Universidade de Caxias do Sul (UCS)
Campus Universitário da Região dos Vinhedos
Alameda João Dal Sasso, 800
Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, Brasil

Resumo

Este trabalho teve por objetivo apresentar uma metodologia ativa para o ensino de Ciências baseada na Ciência Forense. As atividades foram separadas em módulos, objetivando a interdisciplinaridade do ensino e a interligação entre o conteúdo a ser ensinado e sua contextualização com a vida cotidiana dos discentes. Temas ligados à área de investigação forense, tais como, intervalo pós-morte, impressões digitais, pegadas, balística e manchas de sangue, foram abordados nos cinco módulos propostos. Os experimentos foram planejados de modo a utilizar reagentes simples, baratos e de fácil obtenção, para que desta forma possam ser reproduzidos por docentes e discentes de vários níveis de ensino. Formas de abordagem e integração dos conteúdos com as disciplinas de Física, Química, Biologia e Matemática também foram propostas.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Ciência Forense. Interdisciplinaridade.

Abstract

This work aims to present an active methodology for science education based on Forensic Science. The activities were separated into modules, aiming the interdisciplinarity of teaching and also the interconnection between the content to be taught and its contextualization with the daily life of the students. Issues related to forensic investigations, such as postmortem interval, fingerprints, footprints, ballistics and blood stains, were evaluated in the five modules proposed. The experiments were designed to use simple, cheap and easily obtainable reagents that can be reproduced by teachers and students of various education levels. Forms of approach and integration of the contents with the subjects of Physics, Chemistry, Biology and Mathematics were also proposed.

Keywords: Science education. Forensic Science. Interdisciplinarity.

Introdução

As atividades práticas podem contribuir para a aprendizagem de Ciências especialmente quando forem investigativas e problematizadoras (Andrade; Massabni, 2011; Zanotto et al., 2016). Contudo, muitos professores alegam ter dificuldades na realização de aulas práticas e quando propõem tais aulas, elas ocorrem após as aulas teóricas para apenas ilustrar a teoria (Andrade; Massabni, 2011). De acordo com Krasilchik (2004), a chance de a aula prática incentivar a criatividade do estudante muitas vezes é perdida quando a aula é organizada para que o aluno siga instruções detalhadas de modo a encontrar as respostas esperadas pelo professor. O que muitas vezes reduz a aula a uma simples atividade manual sem contextualização e interrelação com a vida cotidiana (Krasilchik, 2004). Por outro lado, Alves (2007) afirma que quando são utilizadas apenas aulas teóricas de ciências, elas se tornam monótonas, dificultando a compreensão dos alunos o que gera desinteresse pelo conteúdo que está sendo ensinado. Assim, o desafio de integrar o ensino conceitual a experimentação é constante e carece de um planejamento sólido e prévio por parte do professor.

Assim, atividades práticas de cunho investigativo apresentam grande possibilidade de promover aprendizagem ativa, uma vez que os estudantes interagem com o fenômeno e por vezes necessitam rever ou aprender novos conceitos para, desta forma, dar sentido ao que acabaram de observar. O caráter didático-investigativo que o experimento proporciona aos alunos, além de gerar espanto e curiosidade, leva os estudantes a se perguntarem o “por quê” daquele fenômeno, estimulando-os à descoberta e à compreensão dos conteúdos abordados durante a prática (De Lima; Alves, 2016). As atividades práticas investigativas conseguem integrar a parte experimental aos aspectos teóricos necessários à sua compreensão (Rosito, 2003) e constituem uma ferramenta poderosa no processo de ensino-aprendizagem. Assim, as atividades experimentais podem assumir um caráter construtivista, uma vez que conduzem os alunos a buscar e confrontar informações, reconstruindo, desta forma, ideias e maneiras de explicar os fenômenos observados (Baratieri, et al. 2008). A experimentação é uma ferramenta indispensável para professores de Ciências, uma vez que atrai um forte interesse entre os alunos de vários níveis de escolarização (Lima; Bello, 2015).

O ensino prático de Ciências deve buscar propostas de experimentação alicerçadas na ideia que o aluno é o construtor do seu próprio conhecimento, fazendo com que ele mesmo possa buscar, refletir e reformular seus conhecimentos, sendo sempre auxiliado pelo professor e seus colegas (Andrade; Massabni, 2011). Dependendo da forma como forem planejadas, as atividades práticas podem despertar nos estudantes o senso crítico, o raciocínio lógico, a elaboração de hipóteses a até mesmo a interconexão entre as Ciências e o cotidiano.

Outro aspecto a ser considerado é que os docentes, muitas vezes, não demonstram interesse em utilizar aulas experimentais como ferramentas de aprendizagem, já que muitas escolas às vezes não possuem espaço físico apropriado e, se possuem, as dificuldades esbarram na falta de equipamentos, vidrarias ou reagentes (Calil, 2009; Andrade; Massabni, 2011; Sebastiany, 2015). Para Galiuzzi e Gonçalves (2004) a inexistência de laboratório na escola não é justificativa para predominância das aulas expositivas. A utilização de materiais alternativos pode, segundo os autores, suprir grande parte das necessidades referentes à sua falta, tornando o processo de ensino e aprendizagem mais proveitoso. Experimentos simples, com materiais acessíveis sendo bem planejados, podem contribuir para a aprendizagem ativa dos alunos, além de despertar o gosto pela investigação e reverter o quadro das aulas monótonas e essencialmente expositivas geralmente utilizadas no ensino de Ciências. No entanto, alguns professores revelam que não recorrem às atividades práticas por insegurança e falta de apoio da escola (Andrade; Massabni, 2011).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi apresentar uma metodologia ativa para o ensino de Ciências utilizando a interdisciplinaridade da Ciência Forense. Foram propostas atividades que podem ser desenvolvidas por docentes de diversos níveis de ensino. As atividades foram separadas

em módulos que abordam vários temas ligados à área de investigação forense, tais como, intervalo pós-morte, impressões digitais, pegadas, balística e manchas de sangue. Os experimentos foram planejados de modo a utilizar, na sua maioria, reagentes simples, baratos e de fácil obtenção para que possam ser facilmente reproduzidos pelos docentes e discentes de qualquer instituição de ensino.

Módulo 1: Intervalo pós-morte

O intervalo pós-morte corresponde ao período de tempo entre a ocorrência da morte e o momento em que o corpo é encontrado. Em casos de morte suspeita, a estimativa do intervalo pós-morte tem importância na reconstrução de eventos e de circunstâncias da morte, que podem, por exemplo, colocar determinado suspeito diretamente na cena do crime. O intervalo pós-morte pode ser estimado através do uso de insetos, a chamada entomologia forense, quando o corpo apresenta um estágio mais avançado de decomposição. No entanto, o esfriamento corporal exerce uma importância significativa na determinação do tempo de morte após um curto período *post mortem*. Com a morte do indivíduo o corpo humano tende a equilibrar sua temperatura com a temperatura do ambiente apresentando certa taxa de decaimento (Dias-Filho; Antedomenico, 2010). Assim, medindo-se a temperatura do corpo quando este foi encontrado pode-se estimar o tempo transcorrido após a morte. Dias Filho e Antedomenico (2010) apresentam vários exemplos sobre a determinação do intervalo pós-morte e sua interação com o ensino de Ciências.

Neste módulo o professor pode criar uma situação para que os alunos possam utilizar a curva apresentada na Figura 1 para determinar o intervalo pós-morte de uma vítima. Sugere-se a seguinte situação problema: um perito criminal chega a uma cena de crime que envolve um cadáver. O perito então auxilia no isolamento do local e em seguida mede a temperatura corporal da vítima e obtém 31°C às 19h. Sabendo que a temperatura corporal média para um indivíduo saudável é de $36,6^{\circ}\text{C}$ e a temperatura ambiente no local onde a vítima foi encontrada era de 25°C , determine a provável hora (intervalo de tempo) que a vítima foi morta.

A Figura 1 mostra a resolução da situação problema. Com esta situação o professor pode abordar conceitos de física, tais como, temperatura, aquecimento, resfriamento, capacidade calorífica e troca de calor.

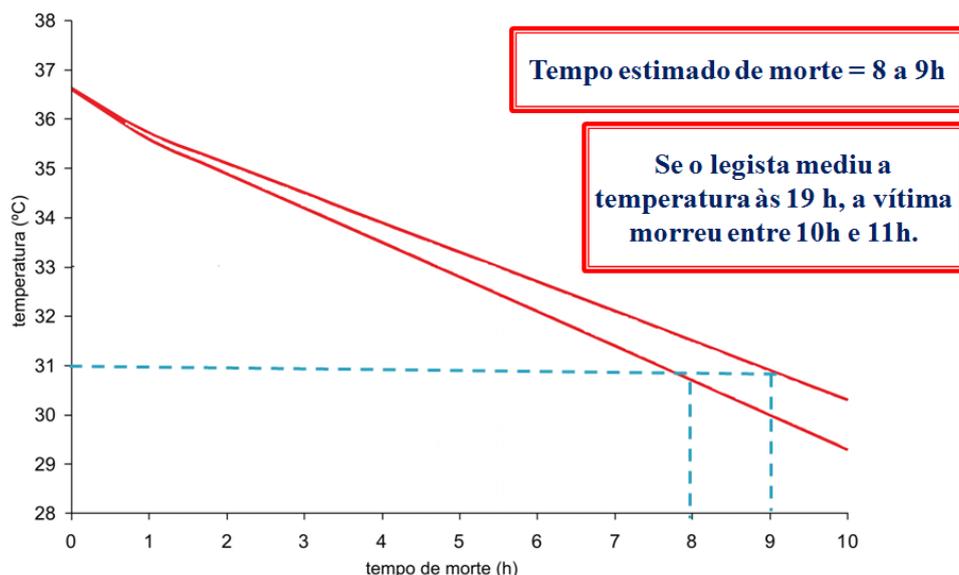


Figura 1: Resfriamento do corpo humano sem vida ao longo do tempo, considerando uma temperatura ambiente entre 20 e 30°C .

Fonte: Adaptado (Dias-Filho; Antedomenico, 2010)

Módulo 2: Impressões digitais

A papiloscopia é a ciência que trata da identificação humana através das papilas dérmicas existentes na palma das mãos e também na sola dos pés, que é mais conhecida como estudo das impressões digitais. Diversas técnicas são utilizadas para coletar impressões digitais, a mais usual é a técnica do pó. No entanto, outros métodos como a técnica do vapor de iodo e o método do vapor de cola também podem ser estudados neste módulo para abordar outros conceitos físicos e químicos.

Técnica do pó

Essa metodologia é a mais utilizada pelos peritos criminais quando as impressões encontram-se em superfícies lisas e não adsorventes. A adsorção pode ser descrita como a fixação das moléculas do adsorvato sobre a superfície do adsorvente. Quando a impressão digital é recente, a água (umidade) é o principal composto no qual as partículas de pó aderem (Sebastiany et al., 2013). No entanto, transcorrido algum tempo, os compostos oleosos transferidos da nossa pele para a impressão digital são os que serviram para aderir o pó (Sebastiany et al., 2013).

Os conceitos que podem ser abordados utilizando essa técnica são: forças intermoleculares e adsorção. As forças de London, também chamadas de forças de van de Waals, além das ligações hidrogênio são as forças intermoleculares que estão presentes nas impressões digitais. O conceito de adsorção, que por vezes é de difícil compreensão até mesmo para universitários, pode ser facilmente compreendido através dessa metodologia.

Coleta das impressões digitais pela técnica do pó

De maneira geral, pós pretos bem finos podem ser utilizados para coletar digitais, dentre eles destacam-se pó de carvão, grafite e os pós utilizados em impressoras (tonner). O processo de revelação da digital descrito a seguir foi exemplificado utilizando-se pó de carvão, por ser um material barato e de fácil obtenção, mas se outros pós forem utilizados o processo de coleta da digital é o mesmo.

Materiais: carvão, folha de papel, almofariz e pistilo.

Procedimento: triturar o carvão utilizando almofariz e pistilo, até obter um pó bem fino. Colocar a impressão digital a ser revelada na folha de papel ou em qualquer outra superfície lisa. Borrifar o pó sobre a superfície do papel, agitar o papel para espalhar o pó sobre a digital e após retirar gentilmente o excesso de pó com um pincel. Os alunos podem tirar uma foto da digital e comparar com aquela do documento de identidade.

A Figura 2 mostra uma digital colhida através dessa técnica. Um perito criminal faria a comparação da digital colhida com um banco de dados, avaliando pontos em comum, tais como, intersecção, bifurcação, centro, fim de linha, ilha, delta, poro, encerro, entre outros das duas digitais, conforme destacado na Figura 2.

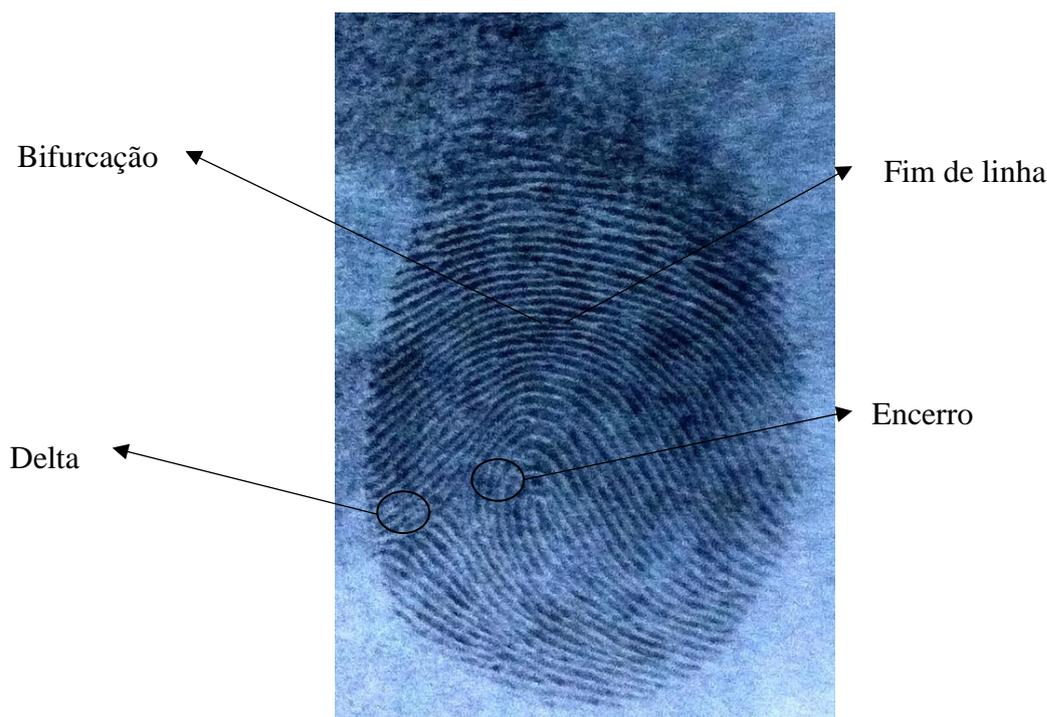


Figura 2: Impressão digital revelada pela técnica do pó.

Fonte: o autor.

Técnica do vapor de iodo

A sublimação do iodo, ou seja, a sua transformação física do estado sólido diretamente para o estado gasoso é à base desta técnica. 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, observado na Figura 3(a) que quando interage com a impressão digital forma um produto de coloração marrom alaranjada, como mostrado na Figura 3(b). O vapor interage com a impressão digital através de processo físico, por adsorção, não ocorrendo reação química (Sebastiany et al., 2013). Os conceitos que podem ser discutidos aqui são mudanças de estado físico, processos endotérmicos e exotérmicos, além do fenômeno de adsorção.

Materiais: iodo sólido, chapa de aquecimento, erlenmeyer, vidro relógio, pinça, papel. Alternativamente pode-se utilizar um saco plástico selado.

Procedimento: colocar o iodo no erlenmeyer e aquecer até sublimar. Colocar a impressão digital a ser revelada em um pedaço de papel e com auxílio da pinça colocar o papel diretamente em contato com o vapor de iodo. Um procedimento alternativo é colocar o pedaço de papel contendo a digital a ser revelada em um saco plástico selado juntamente com o iodo. Fechar o saco e agitar. A agitação gera energia suficiente para sublimar os cristais de iodo.

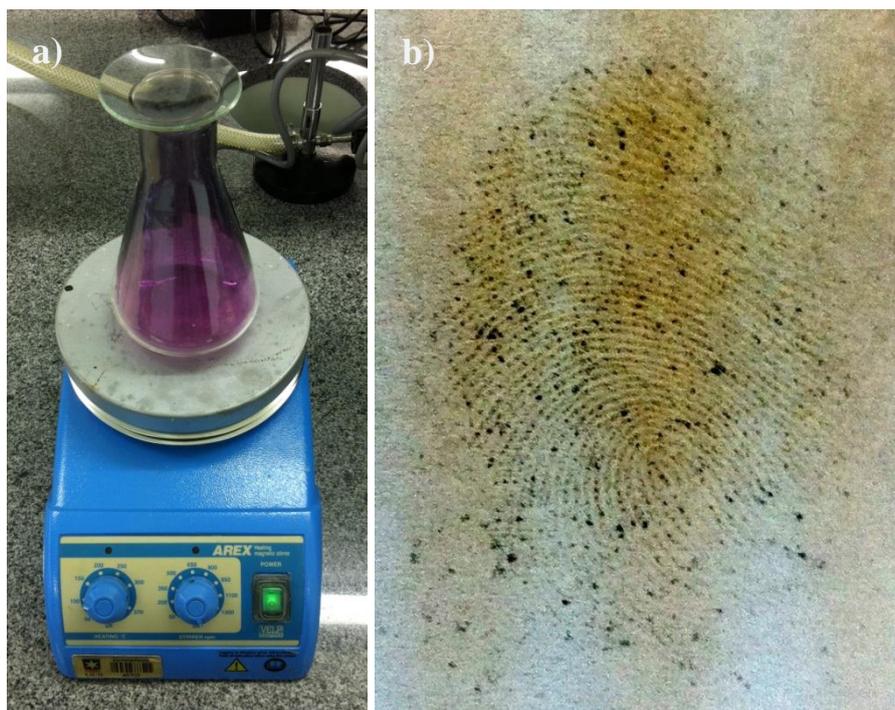


Figura 3: Aparato utilizado (a) para obter a impressão digital através do vapor de iodo (b).

Fonte: o autor

Técnica do vapor de cola

O cianoacrilato é um adesivo presente em algumas colas (tais como a Super Bonder®) que fixa a umidade das impressões digitais latentes para formar um polímero branco, chamado poli(cianoacrilato de etila), que revela a digital. A reação de polimerização, ou seja, a reação de formação do polímero está apresentada na Figura 4. Os conceitos sobre polímeros, reações de polimerização, reagentes voláteis, bem como normas de segurança para manuseio de reagentes voláteis podem ser inseridos no contexto dessa prática.

Materiais: cola (Super Bonder® ou similar), chapa de aquecimento, becker de 600 ml, dois béckeres de 25 ml, papel alumínio e plástico filme de PVC.

Procedimento: colocar aproximadamente 10 ml de água em copo de becker de 25 ml e no outro copo de becker de 25 ml colocar a impressão digital a ser revelada. Colocar os dois copos de 25 ml dentro de um copo de becker maior (600 ml) juntamente com um pedaço de papel alumínio contendo 10-15 gotas de cola. Vedar o sistema com filme de PVC. Aquecer a 150-200°C por 20-25 min, conforme mostrado na Figura 5(a). O sistema deve ser aberto em um capela com sistema de exaustão já que os vapores liberados pela cola são tóxicos. A impressão coletada está apresentada na Figura 5(b).

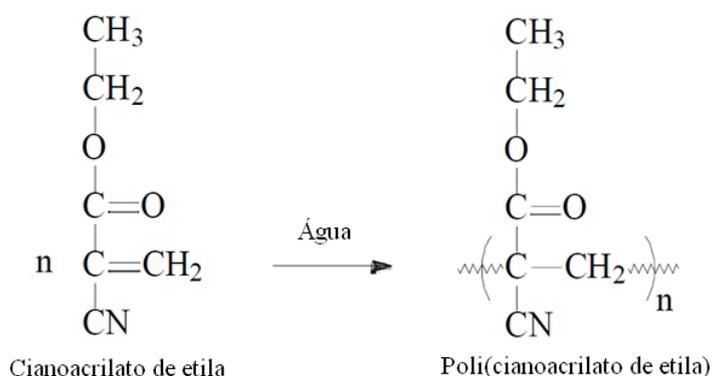


Figura 4: Reação de polimerização do cianoacrilato de etila.

Fonte: o autor.



Figura 5: Aparato utilizado (a) para obter a impressão digital através do vapor de cola (b).

Fonte: o autor

Módulo 3: Pegadas

As pegadas podem ajudar a elucidar crimes, uma vez que a partir do tamanho da pegada e das marcas deixadas pelo calçado pode-se chegar ao suspeito. As pegadas são normalmente removidas utilizando moldes de gesso. Porém, alguns polímeros que são fluidos viscosos e podem moldar-se a marca deixada pela pegada em um terreno e após sofrerem a reação de cura, depois de certo período, podem ser removidos obtendo-se assim o molde. As pegadas obtidas podem ser comparadas com um banco de dados, se existir algum, ou comparadas com a pegada do suspeito.

Se a pegada for deixada por um pé descalço em uma superfície lisa a técnica do pó também pode ser utilizada. O número do calçado (S) de um determinado suspeito pode ser obtido através de uma equação matemática simples que considera o tamanho da pegada (p) em centímetros. A Equação 1 apresenta a fórmula utilizada para determinar o tamanho do calçado:

$$S = (5p + 28)/4 \quad \text{Equação 1}$$

Conceitos de matemática básica, como equações algébricas e também unidades de medida, podem ser abordados pelo professor trabalhando essa prática com seus alunos. A Figura 6 apresenta uma pegada revelada sobre uma folha de papel utilizando a técnica do pó. A metodologia para obtenção de pegada é idêntica àquela abordada no Módulo 2.



Figura 6: Pegada revelada pelo método do pó.

Fonte: o autor

Módulo 4: Balística

O exame de confronto balístico tem a finalidade de identificar se uma determinada arma foi a utilizada para produzir um determinado tiro, realizando comparação indireta das suas características com as de componentes de munição (cápsulas e projéteis) relacionados ao tiro (Sato, 2003). Essa comparação é feita por via indireta: produz-se tiro com uma arma, gerando-se componentes de munição considerados "padrões" (componentes que correspondem àquela arma). Depois, comparam-se esses componentes de munição "padrões" aos componentes "questionados" (isto é, aos que se quer saber se foram utilizados naquela arma). Se ambos tiverem as mesmas características, poder-se-á concluir que aquela arma foi usada para a produção do tiro.

O projétil (bala) disparado da mesma arma contém ranhuras próprias do cano da arma, e assim, exames de confrontos balísticos são realizados pelos peritos criminais comparando as balas encontradas na cena do crime com aquelas disparadas pelos próprios peritos com a arma do suspeito. O exame é realizado utilizando microscópios para comparar as fotomicrografias dos projéteis. As marcas deixadas nas cápsulas de cartuchos deflagrados também podem servir para identificar se determinada cápsula foi disparada da arma de um suspeito. Da mesma forma que uma impressão digital, cada arma de fogo produz um conjunto de marcas do percutor, que podem ser observadas na Figura 7, e estrias ou ranhuras deixadas pela culatra.

Em uma situação de ensino, os alunos poderiam realizar o confronto balístico, uma vez que testes mais avançados devem ser realizados apenas por profissionais habilitados. O professor seria responsável por fornecer capsulas deflagradas aos alunos e estes poderiam como auxílio de lupas ou microscópio binocular comparar as capsulas para verificar se foram deflagradas da mesma arma.



Figura 7: Duas capsulas deflagradas da mesma arma. Repare a marca, semelhante a uma sobancelha, deixada pelo percutor.

Fonte: o autor

Módulo 5: Manchas de Sangue

Os vestígios de sangue podem auxiliar a elucidar vários aspectos de um crime. Em muitas situações as manchas de sangue são evidentes e estão localizadas próximo do corpo da vítima, no chão ou em uma parede. No entanto, em alguns casos a mancha não é explícita, pois talvez o criminoso tenha limpado a cena do crime. Diversos reagentes podem ser utilizados para detectar a presença de sangue, neste estudo serão avaliados o reagente de Kastle-Meyer e o luminol.

Reagente de Kastle-Meyer

O sangue é composto basicamente de células vermelhas, chamadas de hemácias, células brancas, chamadas de leucócitos e de plasma. A molécula que dá origem a cor vermelha da hemácia é a hemoglobina. Um teste de presunção para sangue envolve em espécies catalíticas como a hemoglobina envolve o uso de agente oxidante. Um exemplo é o reagente de Kastle-Meyer, que atua como um indicador que muda de cor e que sinaliza a presença oxidação catalisada pela hemoglobina (Dupré, 1996; Sebastiany et al., 2013). Se a amostra for de sangue, ela conterá hemoglobina, a qual irá decompor o peróxido de hidrogênio em água e oxigênio (Sebastiany et al., 2013), conforme mostrado na Figura 8. Assim, o oxigênio promoverá a formação de uma coloração rosa proveniente da fenoftaleína, evidenciando que a amostra contém sangue. Este reagente apenas detecta a provável presença de sangue, mas não é capaz de identificar se esse sangue é de origem humana ou animal, outros testes são necessários para fazer essa determinação. Alguns compostos químicos também podem levar a obtenção de falsos positivos quando o reagente de Kastle-Meyer é utilizado.

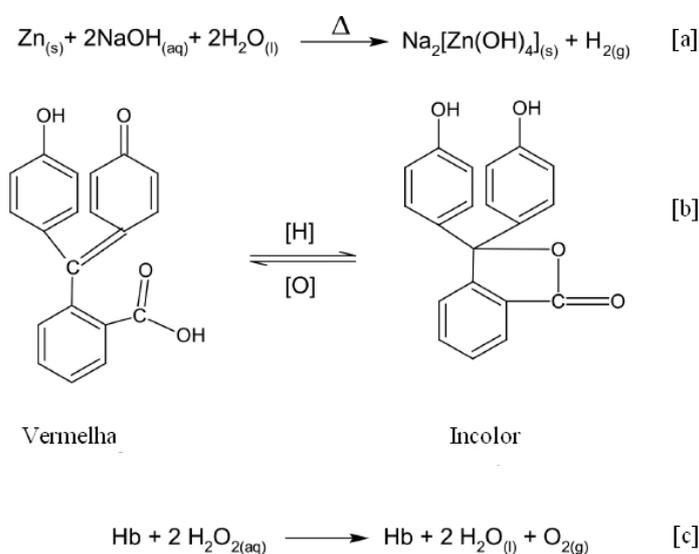


Figura 8: Reações relacionadas ao preparo [a] e utilização ([b], [c]) do reagente de Kastle-Meyer em testes presuntivos para a presença de sangue. Hb=hemoglobina

Fonte: Adaptado (Dias-Filho; Antedomenico, 2010)

A preparação do reagente de Kastle-Meyer é realizada utilizando basicamente zinco metálico em pó, hidróxido de sódio e fenoftaleína. Preparar uma solução de hidróxido de sódio pesando 20g de NaOH e adicionando 90 mL de água destilada e também 1g de fenoftaleína dissolvido em 10 mL de etanol. Adicionar 20g de zinco metálico em pó. Colocar a solução em um becker e aquecer em uma chapa de aquecimento sob agitação constante por aproximadamente 1h a 150°C. A cor da solução muda de rósea para levemente amarela ou incolor e um depósito de zinco metálico ficará no fundo do becker (reação [a] da Figura 8). O reagente deve ser armazenado em um frasco âmbar contendo zinco metálico no fundo do frasco, para manter a solução na forma reduzida, além de ser refrigerada. Os materiais e a metodologia para realização do teste são descritas a seguir.

Materiais: haste flexível, reagente de Kastle-Meyer, soro fisiológico, água oxigenada (solução 5% em volume).

Procedimento: Utilizar uma haste flexível levemente umedecida em soro fisiológico ou água destilada para coletar a amostra de sangue. Em seguida, pingar uma gota do reagente na haste flexível e depois pingar uma gota de água oxigenada. Ocorrerá o aparecimento de uma cor rosada, conforme mostrado na Figura 9, indicando a presença de sangue.



Figura 9: Teste presuntivo positivo utilizando o reagente de Kastle-Meyer.

Fonte: o autor

Os conceitos abordados nessa prática são interdisciplinares e congregam grandes áreas da Ciência, como Biologia e Química. Na área da Biologia podem ser trabalhados conceitos de composição do sangue humano e a importância das hemácias nas trocas gasosas e no transporte de gases por todo o organismo. Já na área da Química podem ser trabalhadas as reações químicas e indicadores ácido-base.

Luminol

Quando as manchas de sangue não são visíveis a olho nu, os peritos utilizam o luminol, visto que ele necessita de uma pequena quantidade de sangue para reagir. Até mesmo em locais que possam ter sido lavados o luminol pode detectar a presença de sangue, uma vez que sua sensibilidade pode chegar a 1/100.000.000 (Tobe et al., 2007). O luminol pode ser obtido em locais que vendam reagentes e artigos para a área forense. O fenômeno químico envolvido na reação do luminol com o sangue é a quimiluminescência, ou seja, a liberação de luz acarretada por uma reação química. A reação do luminol com o peróxido de hidrogênio em meio aquoso necessita de um catalisador. No caso teste para detecção de sangue, este catalisador é o próprio íon ferro presente na hemoglobina. O teste é positivo quando uma luz azul é liberada como resultado da reação. Outro fator importante é que a reação química ocorrida com o uso do luminol não afeta a cadeia de DNA (Chemello, 2007), permitindo a coleta de amostras para posterior análise em laboratório. A Figura 10 apresenta o teste para detecção de sangue utilizando luminol em uma parede previamente lavada, onde visualmente não se observava a presença de manchas de sangue. O luminol é um reagente de difícil síntese e seu custo geralmente é elevado, assim, sua utilização em aplicações didáticas não é tão comum.

Os conceitos principais que podem ser abordados pelos professores com a utilização do luminol são o espectro eletromagnético e a forma como o olho humano enxerga as cores, além é claro do fenômeno de quimiluminescência.



Figura 10: Teste para sangue utilizando luminol.

Fonte: o autor

Considerações finais

Neste trabalho metodologias ativas para o ensino de Ciências foram propostas englobando áreas como Biologia, Química, Física e Matemática através de uma temática que procurou estabelecer interligações entre a vida cotidiana e os conceitos a serem ministrados pelos docentes em diversos níveis de ensino. A contextualização do conhecimento utilizando a Ciência Forense pode se tornar uma ferramenta valiosa para o ensino de Ciências, pois alia a interdisciplinaridade de conteúdos à curiosidade despertada nos estudantes após assistirem seriados televisivos famosos, tornando o aprendizado mais significativo e produtivo. Além disso, essa metodologia pode desenvolver o raciocínio lógico, a elaboração de hipóteses e a busca por respostas fundamentadas nos meios científicos, que são alicerces essenciais para o fazer ciência. Além do mais, essa metodologia investigativa é uma forma de levar o aluno a participar do seu processo de aprendizagem, o que acarreta em abandonar a postura passiva do modelo mais tradicional de ensino.

Referências

Alves, W. F. (2007). A formação de professores e as teorias do saber docente: contexto, dúvidas e desafios. *Revista Educação e Pesquisa*, 33(2), 263-280.

Andrade, M. L. F., Massabni, V. G.(2011). O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. *Ciência & Educação*, 17(4), 835-854.

- Baratieri, S.M., Basso, N.R.S., Borges, R.M.R., Rocha Filho, J.B. (2008). Opinião dos estudantes sobre a experimentação em química no ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, 3(3), 19-31.
- Caliil, P. (2009) *O professor-pesquisador no ensino de ciências*. Curitiba: Ibpex.
- Chemello, E. (2007). Ciência Forense: manchas de sangue. *Química Virtual*, jan 2007, 1-11.
- De Lima, J. O. G., Alves, I. M. R. (2016). Aulas experimentais para um Ensino de Química mais satisfatório. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 9(1), 428-447.
- Dias-Filho, C. R., Antedomenico, E. (2010). A perícia criminal e a interdisciplinaridade no ensino de ciências naturais. *Química Nova na Escola*, 32(2), 67-72.
- Dupré, D. B. (1996). Blood or Taco Sauce?: The chemistry behind criminalists' testimony in the O. J. Simpson murder case. *Journal of Chemical Education*, 73(1), 60.
- Galiazzi, M. C., Gonçalves, F. P. (2004). A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na Licenciatura Plena em Química. *Química Nova*, 27(2), 326-331.
- Krasilchik, M.(2004). *Prática de ensino de biologia*. 4. ed. São Paulo: EDUSP.
- Lima, L.R.F.C., Bello, M.E.R.B. (2015). Onde se escondeu a química. Dessa vez na cozinha! Desmistificando a química nas séries iniciais do ensino fundamental. *Experiências em Ensino de Ciências*, 10(2), 26-58.
- Rosito, B. A. (2003). *O ensino de ciências e a experimentação*. In: Moraes, R. (Org). Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre: EDIPUCRG, 195-208.
- Sato, E. M. (2003). O que é e como funciona o confronto microbalístico? *Perícia Federal*, 15(set/out), 26-28.
- Sebastiany, A. P., Pizzato, M. C., Del Pino, J. C., Salgado, T. D. M. (2013). A utilização da ciência forense e da investigação criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. *Educación Química*, 24(1), 49-56.
- Sebastiany, A. P.; Pizzato, M. C.; Salgado, T. D. M. (2015). Aprendendo a investigar através de uma atividade investigativa sobre Ciência Forense e Investigação Criminal. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 8(4), 252-287.
- Tobe, S. S., Watson, N., Daéid, N. N. (2007). Evaluation of six presumptive tests for blood, their specificity, sensitivity, and effect on high molecular-weight DNA. *Journal of Forensic Sciences*, 52(1), 102-109.
- Zanotto, R. L., Silveira, R. M. C. F., Sauer, E. (2016). Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. *Ciência & Educação*, 22(3), 727-740.