



## Ciência Forense no Ensino de Química por Meio da Experimentação

**Maurício Ferreira da Rosa, Priscila Sabino da Silva e Francieli De Bona Galvan**

Este trabalho relata uma experiência didática para estudantes do ensino médio, na qual foi abordado um tema de crescente interesse: a ciência forense. As atividades foram aplicadas a uma turma do 3º ano do período noturno de uma escola da rede pública localizada na cidade de Toledo (PR), na qual participaram aproximadamente 20 estudantes. Por intermédio de aulas expositivas e experimentais, que culminaram com uma simulação de um fato, denominada cena do crime, foi possível observar a motivação e participação dos alunos envolvidos. O uso da experimentação associada à ciência forense mostrou-se 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.

► ensino de química, química forense, análises cena do crime ◀

Recebido em 12/04/2013, aceito em 11/12/2013

O cenário educacional encontrado em escolas brasileiras vem sofrendo consideráveis mudanças no decorrer dos anos. Houve o período em que os professores eram considerados os portadores do conhecimento, enquanto os estudantes atuavam apenas como meros receptores. Essa situação é bem diferente daquela evidenciada em algumas escolas atualmente, onde o professor é, muitas vezes, desrespeitado e impossibilitado de exercer suas atribuições em virtude de condições inadequadas de trabalho às quais são submetidos.

Como sugere Mizukami (1986), o método de ensino comumente utilizado, denominado tradicional, caracteriza-se pela transmissão de ideias selecionadas e organizadas logicamente, preocupando-se somente na fixação de conhecimentos/conteúdos/informações.

Verifica-se que, quando o ensino acontece dessa forma, não se obtêm os resultados almejados, que deveriam ser, dentre outros, a promoção da educação e o desenvolvimento cognitivo dos estudantes de forma a se somar às características

individuais e emocionais dos participantes desse contexto.

Acredita-se que não é de forma intencional que o processo educacional submete os estudantes a essa situação de passividade, mas a forma pelas quais as metodologias, geralmente tradicionais, são aplicadas, não favorecendo a participação ativa e o envolvimento efetivo dos alunos.

**Acredita-se que não é de forma intencional que o processo educacional submete os estudantes a essa situação de passividade, mas a forma pelas quais as metodologias, geralmente tradicionais, são aplicadas, não favorecendo a participação ativa e o envolvimento efetivo dos alunos. Por esse motivo, constantemente novas metodologias são desenvolvidas na tentativa de fazer os estudantes se sentirem motivados e interessados a buscar o conhecimento.**

Por esse motivo, constantemente novas metodologias são desenvolvidas na tentativa de fazer os estudantes se sentirem motivados e interessados a buscar o conhecimento. Visando complementar o ensino tradicional e promover a educação científica, e mais especificamente a educação química, de forma aprazível e atrativa aos estudantes, a aplicação de uma metodologia diversificada se faz necessária.

Giordan (1999, p. 44) destaca a importância da experimentação

no processo de ensino-aprendizagem e na construção do pensamento científico quando afirma que

[...] a elaboração do conhecimento científico apre-

*senta-se dependente de uma abordagem experimental, não tanto pelos temas de seu objeto de estudo, os fenômenos naturais, mas fundamentalmente porque a organização desse conhecimento ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação.*

As origens da ciência forense apontam a medicina como principal colaboradora na elaboração, interpretação e aplicação das leis, uma vez que foi a responsável por investigar as causas da morte das pessoas (Farias, 2007). Os primeiros registros que apontam o uso da medicina como forma de resolver crimes é datado no século XII, período em que foi escrito o livro *Xi Yuan Ji Li* em que sua tradução significa *Compilação de casos resolvidos*, obra que traz informações sobre as técnicas utilizadas pela medicina. Os primeiros atestados, no entanto, de que se utilizam conhecimentos químicos para a elucidação de crimes datam do final do século XVII (Souza, 2013). A ciência forense, desde então, com seus avanços, contribuiu e está contribuindo para o esclarecimento de situações marcadas pela história.

Essa ciência é um tema que atrai a atenção dos grupos mais distintos, apesar de uma parcela considerável da sociedade não ter conhecimento exato do que se trata, mas saberem que ela está relacionada às investigações criminais, uma vez que esta vem sendo largamente divulgada em programas de televisão, filmes, seriados, entre outros, nos quais peritos criminais representam um personagem importante para o desfecho dos crimes estabelecidos.

Aproveitando-se desse contexto, a ciência forense, quando inserida no processo educacional, torna-se uma importante ferramenta de divulgação da ciência em geral, obtendo-se, com isso, a descentralização desejada para que esta se estenda além dos limites escolares.

A ciência forense é, portanto, uma área transdisciplinar que envolve física, biologia, medicina, química, matemática, dentre outras, e tem por objetivo auxiliar nas investigações relativas à justiça. A química forense é considerada, desse modo, 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.

São exemplos de análises químicas de interesse forense as reações empregadas nas análises de disparos de armas de fogo (Reis et al., 2004; 2005), no uso de explosivos (Carapinha, 2010), em incêndios (Almeida Junior et al., 2010), na identificação de adulterações em veículos (Bruni et al., 2012), em revelação de impressões digitais (Chemello, 2007), na identificação de sangue (Dias Filho; Antedomenico, 2010) em locais de crime e peças relacionadas a estes na constatação de substâncias entorpecentes

(Oliveira et al., 2009), entre outras.

É possível utilizar os conceitos químicos pertinentes a essas análises, seja por uma abordagem teórica ou pelo uso da experimentação, para inserir conteúdos de química para os estudantes de ensino médio, além de promover com isso a contextualização e a exemplificação necessária para que o aluno sinta-se interessado a participar da construção do conhecimento (Oliveira, 2006).

Em virtude da significativa importância da ciência na elucidação de crimes, desenvolveu-se um projeto que abrangesse o tema ciência forense e, de maneira especial, a química forense como um tema complementar para o ensino, que visa, para isso, à utilização de metodologias

diversificadas como a experimentação, a contextualização, a exemplificação, entre outras, para realizar a abordagem de parâmetros utilizados em investigações criminais e relacioná-los aos conteúdos de química, tais como ácidos e bases, oxidação e redução, solubilidade, ligações intermoleculares, entre outros, que explicam os fenômenos encontrados nas análises forenses.

Diante dessa definição, é possível constatar a importância do tema que, além de manifestar

uma evidente aplicação dos conceitos químicos, utiliza-se da interdisciplinaridade, fator essencial para o debate transversal dos conteúdos e dos conceitos de química de forma a abranger fatores ambientais, econômicos, sociais, tecnológicos, culturais, entre outros, relevantes para a formação crítica dos estudantes.

## **Metodologia**

O projeto foi aplicado a uma turma de 3º ano do período noturno de uma escola da rede oficial localizada na cidade de Toledo (PR), composta por estudantes de 16 a 20 anos de idade. A atividade foi aplicada a uma quantidade oscilante de alunos com a presença média de 20 estudantes.

Inicialmente os estudantes responderam a um questionário com perguntas que buscaram verificar a concepção existente e o grau de interesse pela disciplina de química e ainda sobre o tema química forense.

Nesse mesmo questionário, foram investigados outros aspectos, tais como: quais as metodologias que os alunos consideram eficientes para o entendimento dos conteúdos de química e em quais as situações os estudantes conseguem relacionar os conceitos químicos ao seu cotidiano. O questionário foi construído por questões abertas e fechadas, nas quais poderiam ser assinaladas uma única resposta ou múltiplas opções, conforme preestabelecidas para cada questão.

A difusão das ideias do projeto aconteceu de maneira positiva em formato de aula teórica, na qual foram abordados

**A ciência forense é, portanto, uma área transdisciplinar que envolve física, biologia, medicina, química, matemática, dentre outras, e tem por objetivo auxiliar nas investigações relativas à justiça. A química forense é considerada, desse modo, 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.**

conceitos, definições e informações pertinentes à ciência, bem como a química forense. Foram apresentados aos estudantes casos reais de grande repercussão na sociedade, procurando-se relacionar as análises e os recursos utilizados na elucidação desses delitos com conhecimentos químicos.

Por meio da experimentação, foram abordados exemplos de análises químicas realizadas em laboratórios de química forense, possibilitando-se, com isso, uma melhor inteligibilidade das etapas dos processos criminalísticos, além de se introduzir conceitos químicos empregados na extração de DNA, no reconhecimento de impressões digitais, nos testes de identificação de sangue e em técnicas cromatográficas.

A etapa de aula prática permitiu o contato dos alunos com um ambiente distinto da sala de aula, que é o laboratório, e possibilitou ainda a participação efetiva dos estudantes nas atividades propostas. Utilizando-se a experimentação, foi possível introduzir conceitos como solubilidade, ligações químicas, reações de oxidação e redução, entre outros conteúdos pertinentes à química.

Os procedimentos experimentais foram entregues aos estudantes na forma de apostila, em que foram apresentadas informações – tais como, materiais e reagentes –, uma breve introdução e os procedimentos utilizados para cada técnica e algumas de suas principais aplicações na prática forense.

A fim de verificar a compreensão dos alunos quanto aos conhecimentos que lhes foram apresentados, simulou-se uma cena de crime, composta por diversos indícios distribuídos pelo local. Foram disponibilizados os materiais necessários para desvendar o crime, de forma que os próprios alunos tiveram que tomar decisões sobre a melhor maneira de proceder em relação ao recolhimento e à análise das provas encontradas.

Foram realizadas as análises químicas de identificação de sangue e a revelação de impressões digitais cabíveis para os indícios encontrados no local. Os resultados das análises foram discutidos em grupo para averiguar se estes tomaram as decisões apropriadas e agiram corretamente.

A classe foi dividida em quatro grupos e, para cada um, foi atribuída uma tarefa. Um grupo ficou responsável pela realização do laudo técnico pericial do local, devendo fotografar, desenhar esboços do cenário e descrever como o local se encontrava; outro ficou responsável pelo recolhimento dos indícios, sua respectiva embalagem e identificação; ao terceiro, foi atribuída a análise de caracterização de sangue; e ao quarto grupo, a análise de revelação de possíveis impressões digitais em objetos encontrados na cena do crime.

Ao fim da atividade, foi aplicado um novo questionário com o intuito de quantificar e averiguar se houve evolução do conhecimento dos estudantes, além de servir para constatar se a metodologia foi válida para alcançar os objetivos propostos à atividade. Esse questionário seguiu basicamente a mesma formatação do primeiro, de forma que os estudantes responderam a questões referentes aos conteúdos químicos apresentados na atividade e à metodologia empregada para sua aplicação. Por meio desse questionário, foi possível ainda averiguar se com a atividade houve mudança na concepção

que os estudantes possuíam sobre a química e sobre suas aplicações.

A atividade, em sua totalidade, necessitou de cinco aulas para a aplicação do conteúdo programado. O tema poderia ser trabalhado em uma quantidade maior de aulas, dependendo do que se deseja abordar.

## Resultados e Discussão

### *Relatos de sala de aula*

A recente divulgação da ciência forense nas mais diversas mídias permite que grande quantidade dos alunos tenha acesso ao seu conteúdo. A fim de averiguar se isso aconteceu de fato, ao início da aplicação da atividade, perguntou-se aos estudantes se eles já haviam ouvido falar em ciência forense ou em alguma situação em que ela pode ser aplicada. A grande maioria sequer possuía conhecimento de sua existência, enquanto poucos citaram seriados que tratam desse conteúdo.

O fato de alguns terem citado o uso de seriados foi positivo e possibilitou uma breve discussão sobre esse assunto. Os estudantes foram orientados entre a diferença do que é abordado na ficção e a situação encontrada na realidade em nossa sociedade. Enfatizou-se a importância de perceber como são propostos os conteúdos de química nessas mídias, considerando que nem sempre a ficção apresenta a realidade tal qual ela é. Seriados e filmes expressam as ações forenses de forma muito mais simplificada do que ela realmente é e esse é o cuidado que os estudantes devem tomar para que não criem concepções errôneas dessa área do conhecimento.

Com auxílio de projetor multimídia, pôde-se utilizar recursos visuais como figuras, fotos, tabelas, entre outros, facilitando a visualização das situações encontradas na ciência forense. Para todos os exemplos, foi constatado o evidente interesse dos estudantes, refletido em suas expressões aparentemente de surpresa com a vasta aplicação da química.

Diversas são as situações e os casos que podem ser trabalhados para mostrar aos estudantes como a ciência foi decisiva para o esclarecimento dos crimes. No entanto, o que se deseja é que os próprios alunos percebam essa contextualização a partir da fundamentação que lhes foi fornecida e, conforme observado nessa etapa teórica da atividade, os alunos possuam a base para analisar criticamente as situações que lhes apareçam.

### *Etapa experimental*

Os ensaios realizados na etapa experimental basearam-se nas análises realizadas em laboratórios criminais, seguindo basicamente o mesmo princípio, porém de maneira mais didática, o que explica eventuais improvisos no que se refere a alguns materiais e reagentes.

A apostila entregue aos alunos foi construída para que, além de seu uso durante a atividade, sirva como material de apoio para eventuais ocasiões em que o estudante necessite ou apenas deseje encontrar conteúdos relacionados ao tema.

Para cada análise, procurou-se estabelecer as aplicações no ramo forense, o respectivo procedimento e uma posterior explicação simplificada do que teoricamente deve ser observado.

Para as práticas de cromatografia em papel e extração de DNA, a classe foi dividida em grupos e cada uma deles pôde realizar o experimento em sua própria bancada. Para as demais práticas, devido à disponibilidade de materiais, optou-se por uma metodologia demonstrativa, porém não menos participativa.

### *Cromatografia*

Segundo Degani et al. (1998), a cromatografia é uma técnica frequentemente empregada em laboratórios forenses, pois permite determinar a composição química de materiais diversos. Comumente utilizada na separação dos componentes de uma mistura quando acoplada a outros instrumentos, tais como espectrômetros de massa, pode ser utilizada na identificação dos componentes presentes em tintas, bebidas, óleos, graxas, gases, drogas, entre outras. Essa técnica foi reproduzida para a separação dos diferentes corantes presentes em tintas de canetas. Conteúdos como a separação de misturas e forças intermoleculares puderam ser introduzidos com base nesse experimento. Os resultados obtidos nesse experimento estão disponíveis no material suplementar.

### *Extração de DNA*

No que se refere à extração de DNA, a técnica foi aplicada para o isolamento do material genético de uma cebola (Departamento de Bioquímica, 1997). Esse é um procedimento que faz uso de vários conceitos químicos como densidade, solubilidade, permeabilidade, precipitação e decantação.

O momento em que os estudantes conseguiram observar a separação do DNA (Figura 1) foi o mais proveitoso da prática, pois os próprios estudantes puderam constatar e discutir que o procedimento realmente permite a extração de um composto visivelmente tão abstrato quando estudado apenas em sala de aula.

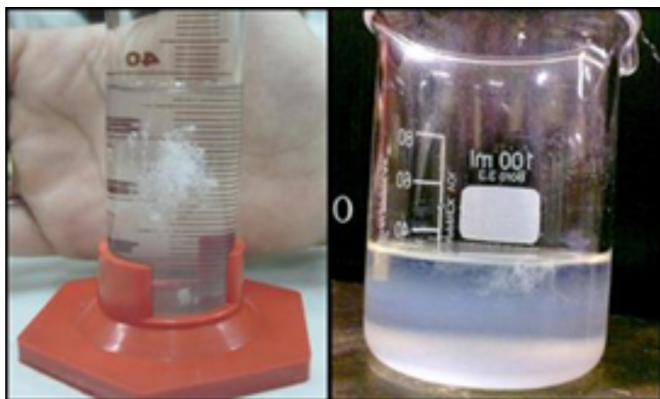


Figura 1: Prática de extração de DNA da cebola.

### *Revelação de impressão digital*

Para a revelação da impressão digital, empregou-se o vapor de cianoacrilato (Baig, 2009). Esse vapor é liberado pelo processo de aquecimento do cianoacrilato presente na formulação das supercolas, que se adere às proteínas encontradas na impressão digital, obtendo-se nesta uma coloração esbranquiçada que melhor pode ser visualizada em vidros ou em superfícies metálicas. Em laboratórios criminalísticos, após essa etapa, a amostra é posta em contato com um pó magnético, que também deve reagir com compostos presentes na impressão, garantindo, assim, uma revelação visualmente mais bem definida.

Os conteúdos a serem trabalhados abrangem uma quantidade significativa e de relevância como, por exemplo, os referentes às mudanças de estados físicos, a composição química de materiais, as forças intermoleculares, entre outros. A abordagem desses conteúdos contribuiu para o entendimento da técnica, facilitando, assim, o próprio entendimento de conceitos químicos que, quando trabalhados em sala de aula, não são tão valorizados.

### *Identificação de sangue*

A prática de identificação de sangue é totalmente viável para a aplicação no ensino médio em virtude dos simples materiais e reagentes utilizados, que são de fácil acesso e encontram-se presentes em grande quantidade nos laboratórios escolares.

O reagente de Kastle-Meyer é constituído por fenolftaleína, hidróxido de sódio, pó de zinco metálico e água destilada. Esse fato permite a abordagem do conteúdo ácido e bases, bem como de substâncias indicadora e as faixas de pH. Quando em solução fortemente alcalina (pH 10-12), a fenolftaleína adquire coloração vermelha. Ao adicionar pó de zinco metálico à solução básica, ocorre liberação de hidrogênio (Cotton et al., 1999) e observa-se o desaparecimento da cor vermelha, sendo substituído por a uma solução incolor. Nesse momento, podem ser inseridos os conceitos de oxirredução, pois a solução se torna incolor em razão de o hidrogênio originado na reação apresentar propriedades redutoras e, assim, reduz o indicador.

Ao se adicionar o peróxido de hidrogênio, a atividade catalítica das moléculas da hemoglobina entra em ação, decompondo-o em água e oxigênio nascente. Esse último então oxida a fenolftaleína, passando a apresentar a coloração vermelha novamente (Bruni et al., 2012).

Pelo fato de a reação ocorrer entre o reagente e a hemoglobina presente no sangue, não é possível afirmar que esse sangue seja de origem humana. Para tal, seriam necessárias técnicas mais sofisticadas, que não são efetivamente aplicáveis ao ensino médio.

Esse experimento foi relevante, pois a técnica utiliza-se de um procedimento muito semelhante ao utilizado pelos próprios peritos criminais, aproximando, de fato, os estudantes ao contexto forense, além de promover, com isso, o conhecimento químico relacionado à prática.

## Cena do crime

A etapa que contemplou a cena do crime foi criada com a finalidade de deixar que os próprios alunos administrassem a proposta, tomando para isso as medidas que julgassem necessárias para resolver o problema encontrado e realizando, por fim, as análises que estivessem disponíveis.

Em uma sala anexa ao laboratório da escola, arquitetou-se um cenário simulando um assassinato de uma adolescente. No local, encontravam-se vários indícios e vestígios para que a turma desvendasse o mistério. Uma boneca representava a vítima e havia sangue em sua mão, em seu pescoço e no chão próximo ao seu corpo. Papéis encontravam-se dispostos no chão, assim como fotos, joias e fios de cabelo. Em uma lixeira externa a esse ambiente, foi colocada uma foto rasgada da garota com um rapaz de cabelos claros e uma provável arma do crime: um canivete com impressões digitais e manchas de sangue.

Os estudantes foram novamente orientados acerca dos cuidados a serem tomados e de como proceder em um local em que um crime tenha ocorrido, o que já havia sido abordado na aula teórica, enfatizando a responsabilidade de que os peritos têm em analisar criticamente cada vestígio presente no local, pois essas evidências são importantes para encontrar a autoria do crime, uma vez que quando isso é feito de forma incorreta, criminosos podem ser libertados e inocentes podem ser incriminados.

Considerados aptos a exercerem a profissão de peritos por um dia, os estudantes foram divididos em grupos, sendo atribuída uma função a cada grupo.

O primeiro grupo realizou o laudo técnico pericial, fazendo para tal um levantamento do espaço físico encontrado. O local do crime fictício foi fotografado, transposto para um esboço e descrito detalhadamente do modo como se encontrava quando os peritos chegaram ao local. Na Figura 2, pode ser visualizado esse laudo criado pelos estudantes.



Figura 2: Local preservado e laudo técnico pericial realizado pelos estudantes.

Após averiguar que o local encontrava-se preservado, outro grupo recolheu todas as provas que considerassem relevantes para desvendar o caso de assassinato, embalando-as e etiquetando-as cuidadosamente para que permanecessem intactas. A Figura 3 mostra algumas das provas da cena do crime recolhidas pelos estudantes.

Todos os grupos que adentravam no local do crime formulavam teorias de como tudo poderia ter ocorrido. Dentre

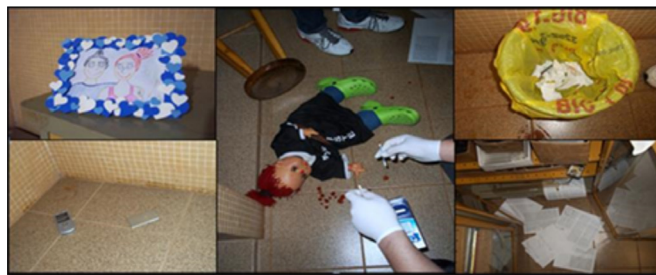


Figura 3: Vestígios do crime recolhidos pelos estudantes.

alguns comentários feitos pelos estudantes, estão:

“Estou achando estranho esses papéis ali no chão”.

“Olha, tem uma foto dela ali, deve ter sido ele quem matou ela”.

“No CSI, eles removem as digitais com uma fita”.

“Tem uma caixinha com joias aqui, acho que não foi um assalto”.

“Não mexe no tapete, senão vai alterar a cena do crime”.

“Ela devia estar traindo ele e, por isso, ele matou ela”.

Os outros grupos de estudantes ficaram responsáveis por recolher possíveis provas que tivessem passado despercebidas pelos outros grupos e pelas análises químicas disponíveis para realização no momento, que foram a de identificação de sangue e a revelação de impressões digitais em objetos encontrados na cena do crime.

Todos se mostraram envolvidos nas atividades. Após terem recolhido as provas e realizado as análises de identificação de sangue, utilizando o reagente Kastle-Meyer, e a revelação de impressões digitais presentes no canivete, utilizando cola a base de cianoacrilato, pôde-se debater sobre os resultados. A revelação da impressão foi obtida com boa qualidade, o que fez os alunos sentirem-se mais motivados devido à autonomia durante a execução da análise. Simbolicamente um dos estudantes retirou a impressão do objeto utilizando uma fita adesiva, o que não foi significativamente representativo, uma vez que a adesão das digitais à fita não foi efetiva.

Essa etapa da atividade foi importante para fazer com que os estudantes se envolvessem com o tema e, assim, mudassem a concepção de que a disciplina de química está intrínseca e absolutamente relacionada apenas a equações e fórmulas preestabelecidas. No entanto, deve-se tomar cuidado para que, com a atividade, não se crie uma visão desvirtuada e errônea de que a química não necessita desses fatores.

Além disso, as condições de ensino que o professor encontra no desafio de sua profissão não permitem que uma atividade diversificada como essa seja efetuada com muita frequência em virtude, dentre outros, do pouco tempo disponível de que o professor dispõe para cumprir o planejamento letivo e pela falta de autonomia destinada, algumas vezes, para manifestação acerca do conteúdo.

A cena do crime contribuiu para o desenvolvimento do raciocínio lógico dos estudantes e da análise crítica da situação encontrada, embora uma situação semelhante a essa não

**SOBRE A DISCIPLINA DE QUÍMICA**

**1) (Resposta múltipla) Como vê a química:**

- ( a ) É muito importante o seu estudo.
- ( b ) Tem proporcionado boas descobertas.
- ( c ) Tem prejudicado a humanidade e o meio ambiente.
- ( d ) Está diretamente ligada ao nosso dia a dia.
- ( e ) Não consigo perceber a utilidade da química.

**2) (Resposta única) Sente dificuldade em aprender Química?**

- ( a ) Sim, sempre.
- ( b ) Sim, em quase todos os conteúdos.
- ( c ) Sim, em poucos conteúdos.
- ( d ) Não, nunca.

**3) (Resposta única) Gosta das aulas de química?**

- ( a ) Gosto das aulas, pois são muito interessantes.
- ( b ) São importantes, mas não gosto.
- ( c ) Assisto por obrigação.
- ( d ) Não consigo compreender a disciplina.
- ( e ) Não tenho opinião.

**4) (Resposta única) Consegue compreender as explicações do professor de química?**

- ( a ) Sim, sempre.
- ( b ) Sim, às vezes.
- ( c ) Somente quando peço para repetir a explicação.
- ( d ) Não, nunca.

**5) (Resposta única) Referente às aulas de química no laboratório:**

- ( a ) Interesse-me, sempre participo.
- ( b ) Gosto, mas fico só observando.
- ( c ) Assisto por obrigação.
- ( d ) Não gosto/não tenho interesse.
- ( e ) Nunca tive aulas no laboratório.

**6) (Resposta múltipla) Qual a maneira que compreende melhor o conteúdo de química?**

- ( ) Aulas teóricas
- ( ) Aulas práticas
- ( ) Exercícios
- ( ) Livro didático
- ( ) Por meio de recursos audiovisuais (ex. multimídia, filmes, músicas)

**7) Consegue relacionar a química com o seu cotidiano? No caso de resposta afirmativa, onde? \_\_\_\_\_**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**8) (Resposta múltipla) Quais os meios de informação que você utiliza para aprender química?**

- ( ) Assisto a alguns programas de televisão.
- ( ) Estudo química somente no livro didático.
- ( ) Utilizo vídeos disponíveis na internet.
- ( ) Visito sites que tratam de ciências e química.
- ( ) Vou a museus e/ou feiras de ciências.
- ( ) Leio revistas de divulgação científica (Galileu, Ciência Hoje, SuperInteressante etc.).

**SOBRE A QUÍMICA FORENSE**

**9) (Resposta única) Se interessa por investigações criminais?**

- ( a ) Sim, muito.
- ( b ) Sim, um pouco.
- ( c ) Não.
- ( d ) Não sei/não tenho opinião.

**10) Pode citar alguma situação em que a química forense pode ser aplicada? Em caso de resposta afirmativa, qual? \_\_\_\_\_**

\_\_\_\_\_

**11) (Resposta múltipla) Das técnicas utilizadas em laboratórios de química forense, assinale as que já ouviu falar:**

- ( ) Cromatografia
- ( ) Teste de DNA
- ( ) Revelação de impressão digital
- ( ) Identificação de sangue (serologia)
- ( ) Espectroscopia
- ( ) Balística

**12) (Resposta única) Em uma cena de crime, o perito criminal deve:**

- ( a ) Apenas fotografar o local.
- ( b ) Estar sozinho.
- ( c ) Recolher apenas cabelos e impressões digitais.
- ( d ) Ser cuidadoso com os vestígios para não modificar as provas do crime.

**13) (Resposta múltipla) O teste de DNA é muito utilizado para identificação de paternidade. Quais são os fluidos corporais que apresentam esse material genético?**

- ( ) Saliva
- ( ) Urina
- ( ) Sêmen
- ( ) Sangue
- ( ) Lágrimas
- ( ) Suor

seja comumente encontrada na realidade dos alunos. Essas habilidades desenvolvidas por eles poderão ser aplicadas a eventos que necessitem de opiniões críticas e decisões conscientes.

*Comparação entre os questionários*

Os questionários foram construídos com o intuito de

investigar aspectos referentes à disciplina de química e ao tema pertinente à proposta do projeto, que foi a ciência forense. Os questionários foram divididos em duas partes. A primeira visava principalmente investigar aspectos referentes à percepção do estudante aos assuntos relacionados à química e à disciplina em si. A segunda parte foi composta por questões referentes à ciência forense e à química forense.

A aplicação de um dos questionários no início da

<p><b>SOBRE A DISCIPLINA DE QUÍMICA</b></p> <p><b>1. (Resposta única) Sentiu dificuldade durante as atividades?</b>                  ( a ) Sim, em todos os momentos.                  ( b ) Sim, em quase todos os momentos.                  ( c ) Sim, em poucos momentos.                  ( d ) Não, em nenhum momento.</p> <p><b>2. (Resposta única) As atividades mudaram sua concepção sobre as aulas de química?</b>                  ( a ) Continuo gostando das aulas, são muito interessantes.                  ( b ) Achei a atividade interessante, mas não gosto de química.                  ( c ) Comecei a me interessar mais por química.                  ( d ) Não consegui compreender a atividade.                  ( e ) Não tenho opinião.</p> <p><b>3. (Resposta única) Conseguiu compreender as explicações da estagiária durante a atividade?</b>                  ( a ) Sim, em todos os momentos.                  ( b ) Sim, às vezes.                  ( c ) Somente quando pedi para repetir a explicação.                  ( d ) Não, em nenhum momento.</p> <p><b>4. O que gostaria que fosse diferente nas aulas de química para que elas se tornassem mais interessantes?</b>                  _____                  _____                  _____</p> <p><b>5. Qual a sua opinião sobre as aulas e atividades apresentadas pela estagiária.</b>                  _____                  _____                  _____</p> <p><b>SOBRE A QUÍMICA FORENSE</b></p> <p><b>6. (Resposta única) Interessa-se por investigações criminais?</b>                  ( a ) Sim, muito.                  ( b ) Sim, um pouco.                  ( c ) Não.                  ( d ) Não sei/não tenho opinião.</p>	<p><b>Cite QUATRO situações em que a química forense pode ser aplicada.</b>                  _____                  _____                  _____</p> <p><b>7. (Resposta múltipla) Das técnicas utilizadas em laboratórios de química forense, assinale as de que já ouviu falar:</b>                  ( ) Cromatografia                  ( ) Teste de DNA                  ( ) Revelação de impressão digital                  ( ) Identificação de sangue                  ( ) Espectroscopia                  ( ) Balística</p> <p><b>8. (Resposta múltipla) O teste de DNA é muito utilizado para identificação de paternidade. Quais são os fluidos corporais que apresentam este material genético?</b>                  ( ) Saliva                  ( ) Urina                  ( ) Sêmen                  ( ) Sangue                  ( ) Lágrimas                  ( ) Suor</p> <p><b>9. (Resposta única) Na extração de DNA realizada na atividade, qual foi a finalidade de colocar detergente na cebola picada?</b>                  _____                  _____                  _____</p> <p><b>10. No teste de identificação de sangue, o que acontece quando o peróxido de hidrogênio reage com a hemoglobina presente no sangue?</b>                  ( ) Muda sua coloração de incolor para rosa (avermelhado).                  ( ) Decompõe-se em água e oxigênio.                  ( ) Ocorre um processo chamado oxidação.</p> <p><b>11. Descreva simplificadaamente como ocorre a cromatografia.</b>                  _____                  _____                  _____</p>
---	---

atividade (Quadro 1) e outro ao final desta (Quadro 2) serviu para realizar a comparação entre ambos e, assim, poder quantificar e qualificar se a metodologia utilizada foi válida para o desenvolvimento cognitivo dos alunos, além de constatar, por meio deste, qual era a concepção dos estudantes sobre química e como esta se situou ao final da proposta.

Para se fazer uma análise da validade do experimento, foram pinçadas algumas perguntas presentes em ambos os questionários com seus respectivos quantitativos (Figura 4). As perguntas escolhidas do questionário diagnóstico, com suas respectivas opções de resposta, foram (2), (3) e (6). Do questionário avaliativo, foi selecionada a questão (2).

O primeiro questionário, no que se refere às questões

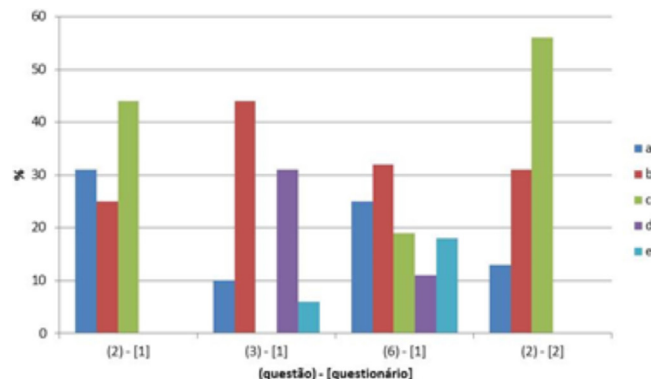


Figura 4: Gráfico de barras mostrando os quantitativos das respostas.

sobre a disciplina de química, apontou que todos os estudantes sentem dificuldade em aprender os conteúdos da disciplina, seja em poucos, em muitos ou em todos os conteúdos, e que, apesar de saberem que o estudo de química é importante, que esta está diretamente ligada ao dia a dia e que tem proporcionado importantes descobertas, os estudantes não gostam das aulas, embora entendam quase sempre as explicações do professor.

Ainda no que se refere à disciplina, investigou-se a preferência dos estudantes pelas metodologias utilizadas pelos professores, ou seja, por meio de qual metodologia é possível compreender melhor os conteúdos. A preferência maior foi pelas aulas práticas, o que sugere que os alunos carecem de aulas diversificadas.

Verifica-se ainda que, embora os estudantes gostem mais das aulas práticas, outros recursos didáticos são fortes ferramentas para o ensino como o livro didático e os recursos audiovisuais e, por esse motivo, dificilmente se tornarão obsoletos no âmbito educacional.

Por meio do segundo questionário, foi possível constatar ainda se a metodologia utilizada na atividade foi eficiente para fazer com que os alunos comesçassem a se interessar mais por química, mudando a concepção inicial, em que muitos estudantes não gostavam das aulas. De acordo com os dados apresentados na Figura 3, estes permitem verificar que mais da metade dos estudantes passaram a gostar mais de química.

O fato de os estudantes desejarem que as aulas de químicas sejam trabalhadas utilizando mais experimentação pode ser evidenciado pela questão 5, também do segundo questionário. Nesta, perguntou-se o que os estudantes gostariam que fosse diferente para que as aulas fossem mais interessantes. Dentre as respostas, foram selecionadas algumas, transpostas a seguir.

“Que fossem mais aulas práticas, com estudos de todas as áreas, não apenas os cálculos.”

“Que fossem mais práticas, não seriam tão cansativas.”

“Na verdade, as aulas práticas são mais interessantes, além de aprendermos mais.”

Esse fato releva que a atividade foi significativa para a construção do conhecimento e que, a partir dessa atividade contextualizadora, os estudantes conseguiram relacionar muitos conteúdos de química com o seu cotidiano, além de poderem analisar criticamente os eventos que os insere no seu dia a dia.

No primeiro questionário, os estudantes consideravam a química diretamente ligada ao seu cotidiano e, a fim de averiguar em quais situações os estudantes consideram que a química está presente, formulou-se a questão sete, obtendo-se, para tal, respostas como:

“A química está presente na água, em contato com o cloro, no ar...”

“Em tudo, comida, bebidas, sabonete e roupa.”

“Tira o esmalte da unha; na panela de pressão, no gelo.”

“Na produção de remédios, cosméticos, entre outros produtos.”

Similarmente a essa questão, o segundo questionário sugeriu que os estudantes citassem situações em que a química forense pode ser aplicada e, dentre outras respostas, obtiveram-se as seguintes:

“Assassinatos, suicídios, na composição dos produtos, investigações criminais em geral.”

“Em locais de assassinato, incêndios, crimes, roubo...”

“Crimes, exames de DNA.”

Embora os estudantes, muitas vezes, não utilizem os conceitos químicos corretamente para explicar os acontecimentos, é notório que eles consigam relacioná-los ao cotidiano, o que pode ser considerado um importante passo para o desenvolvimento do saber.

As demais questões do segundo questionário procuravam basicamente investigar aspectos referentes às práticas realizadas no laboratório como, por exemplo, os locais em que pode ser encontrado o DNA, por que se deve adicionar detergente na solução quando se deseja extrair o DNA da cebola e, ainda, o que acontece com o peróxido de hidrogênio quando reage com a hemoglobina do sangue.

Com exceção da questão referente à prática do sangue (questão 11 do segundo questionário), em que poucos alunos marcaram a alternativa correta, nas demais questões, as respostas foram satisfatórias. Por exemplo, na questão que indagava sobre o uso do detergente (questão 10 do segundo questionário), a maior parte dos estudantes respondeu corretamente, apontando que “*serve para quebrar as paredes da célula*”. Alguns confundiram os conceitos, por exemplo, ao responder que o detergente serve para “*condensar e fazer com que as células do DNA apareçam*” ou “*porque o detergente é mais denso que a água, rompendo a célula da cebola*”.

O questionário foi uma maneira eficiente e rápida de se obter informações sobre o tema investigado, verificando-se, por meio dele, que a atividade do ponto de vista cognitivo foi de grande valia. Tomando-se por base que uma grande quantidade de conteúdos foi proposta em um curto espaço de tempo, pode-se explicar o fato de os estudantes não estarem preparados para explicar quimicamente os fenômenos.

### Considerações finais

A proposta de ensino mostrou-se significativa e eficaz para a compreensão dos conteúdos abordados, uma vez que permeou a relação entre a química e a realidade do aluno. Além de facilitar o ensino, foi relevante para fazer com que os estudantes refletissem sobre os eventos que lhes foram apresentados, percebendo como a química está inserida não apenas em investigações criminais, mas nas diversas situações que encontramos em nosso cotidiano.

A ciência forense representou um forte instrumento metodológico, o qual visou promover a educação científica aliada à formação crítica e consciente dos estudantes. A atividade procurou disponibilizar as ferramentas básicas para construção do conhecimento e, a partir de então, cada aluno se tornou responsável pelos seus atos e por traçar seu perfil como aluno e como cidadão.



Verificou-se que, independente do conteúdo a ser trabalhado ou da metodologia a ser utilizada, é importante que o educador investigue os interesses individuais dos alunos, para que o ensino transmitido na escola seja somado às características, aos interesses dos estudantes e à sociedade em que estes se inserem. Uma vez que os alunos sentiram-se motivados e envolvidos no processo de ensino, estes começaram a buscar o conhecimento e a valorizá-lo de forma mais intensa.

O interesse dos alunos pela química mostrou-se notório com a atividade e pôde ser constatado pelos diversos questionamentos a respeito do curso de graduação nessa área. Dentre os questionamentos, os estudantes gostariam de saber se o curso de graduação em química apresentava

como disciplina a química forense. Esse fato revela que o tema obteve aprovação entre os alunos que, por sua vez, mostraram-se instigados a saber mais a respeito do tema.

## Referências

ALMEIDA JUNIOR, H.T.; PAULA, L.H.M.; VALDEZ, R. F.C.C.; BARROS, G.G. Análise de resíduo de incêndio usando a técnica de *headspace* passivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 33, 2010. *Anais...* Águas de Lindóia, São Paulo, 2010.

BAIG, S. *Cyanoacrylate* – superglue. Molecule of the month, July 2009. Disponível em: <http://www.chm.bris.ac.uk/motm/superglue/superglueh.htm>. Acesso em: 12 set 2012.

BRUNI, A.T.; ANTONIO VELHO, J.; OLIVEIRA, M.F. (Orgs.). *Fundamentos de química forense* – uma análise prática da química que soluciona crimes. São Paulo, Millennium, 2012.

CARAPINHA, H.A.Q. *Implementação e validação de uma metodologia analítica forense para a detecção/identificação de explosivos orgânicos*. 2010. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Química, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2010. Disponível em: [http://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/907/1/Explosivos organicos.pdf](http://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/907/1/Explosivos%20organicos.pdf). Acesso em: 12 set 2012.

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

CHEMELLO, E. Ciência forense: impressões digitais. *Química Virtual*, dezembro 2006. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAALtkAC/ciencia-forense-impressoes-digitais>. Acesso em: 17 ago. 2012.

COTTON, F.A.; WILKINSON, G.; MURILLO, C.A.; BOCHMANN, M. *Advanced inorganic chemistry*. 6. ed. Charlotte: Wiley Interscience, 1999.

DEGANI, A.L.G.; CASS, Q.B.; VIEIRA, P.C. Cromatografia: um breve histórico. *Química Nova na Escola*, n.7, p. 21-25, 1998.

DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA, *Bioquímica* – aulas práticas. 6. ed. Curitiba: UFPR, 1997.

FARIAS, R.F. *Introdução à química forense*. Campinas:

**Maurício Ferreira da Rosa** (mauriciofrosa@yahoo.com.br), bacharel em Química (IQ/UFRJ), licenciado em Química (IQ/UERJ), mestre e doutor em Química Orgânica (IQ/UFRJ), é professor associado (UNIOESTE/Toledo) e docente dos Programas de Mestrado em Ciências Farmacêuticas (UNIOESTE/Cascavel) e Ciências Ambientais (UNIOESTE/Toledo). Toledo, PR – BR. **Priscila Sabino da Silva** (priscila\_quimica@hotmail.com), licenciada em Química (UNIOESTE/Toledo), é mestranda em Química (UNICENTRO). Cascavel, PR – BR. **Francieli De Bona Galvan** (franci.dbg@hotmail.com), licenciada em Química (UNIOESTE/Toledo), é mestranda em Ciências Ambientais (UNIOESTE/Toledo), leciona no ensino médio. Toledo, PR – BR.

Átomo, 2007.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43-49, 1999.

MIZUKAMI, M.G. *Ensino*: as abordagens do processo. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1986.

OLIVEIRA, M.F. Química forense: a utilização da química na pesquisa de vestígios de crime. *Química Nova na Escola*, v. 24, p. 17-19, 2006.

OLIVEIRA, M.F.; ALVES, J.Q.; ANDRADE, J.F.; SACZK, A.A.; OKUMURA, L.L. Análise do teor de cocaína em amostras apreendidas pela polícia utilizando-se a técnica de cromatografia líquida de alta eficiência com detector UV-Vis. *Eclética Química*, v. 34, p. 77-83, 2009.

REIS, E.L.T.; SARKIS, J.E.S.; RODRIGUES, C.; NEGRINI, O.; VIEBIG, S. Identificação de resíduos de disparos de armas de fogo por meio da técnica de espectrometria de massas de alta resolução com fonte de plasma indutivo. *Química Nova*, v. 27, n. 3, p. 409-413, 2004.

REIS, E.L.T.; SARKIS, J.E.S.; RODRIGUES, C.; NEGRINI, O.; VIEBIG, S. Identificação de resíduos de disparos de armas de fogo por meio da técnica de espectrometria de massas de alta resolução com fonte de plasma indutivo. *Revista Analytica*, n. 15, p. 42-47, 2005.

SOUZA, C.M. *Ciências forenses em sala de aula*. Disponível em <http://www.webartigos.com/artigos/ciencias-forenses-em-sala-de-aula/9772/>. Acesso em: 01 abr. 2013.

## Para saber mais

ROMÃO, W.; SCHWAB, N.V.; BUENO, M.I.M.S.; SPARRAPAN, R.; EBERLIN, M.N.; MARTINY, A.; SABINO, B.D.; MALDANER, A.O. Química forense: perspectivas sobre novos métodos analíticos aplicados à documentoscopia, balística e drogas de abuso. *Química Nova*, v. 34, n. 10, p. 1717-1728, 2011.

**Abstract:** *Forensic science in chemistry education using experimentation.* This paper reports a learning experience for high school students, which was discussed a topic of growing interest, the Forensic Science. The activities were done in a 3rd year class of a public night school located at Toledo / PR, attended by approximately 20 students. Through lectures and experimental, culminating with a simulation of an event called the crime scene, we could see the motivation and participation of the students involved. The use of experimentation associated with a subject of growing interest, which is a Forensic Science, proved to be an important teaching tool to be used as a facilitator in the process of teaching and learning as well as to the topics covered in the discipline of Chemistry in high school level.

**Keywords:** Chemistry teaching, forensic chemistry, crime scene analysis.