AS SÉRIES DE INVESTIGAÇÃO CRIMINAL NO ENSINO DA QUÍMICA POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA E LÚDICA**TV SERIES OF CRIMINAL INVESTIGATION IN CHEMISTRY TEACHING THROUGH OF RESEARCH AND LUDIC EXPERIMENTATION**

GOMES, Josiele Viana¹; DA SILVA, Fabricio Valentim;²; DO CARMO, Dominique Fernandes de Moura³; MAIA, Paulo Jose Sousa^{4*}

^{1,2,3} Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia, Itacoatiara, Amazonas, Brasil.

⁴ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Campus Macaé, Macaé, Rio de Janeiro, Brasil.

** Autor correspondente
e-mail: pmlpcb@gmail.com*

Received 14 May 2019; received in revised form 24 July 2019; accepted 27 July 2019

RESUMO

No ensino da química, o método tradicional de Ensino exige técnicas de memorização e que, muito pouco, relaciona a Química com o cotidiano do aluno, o que pode ocasionar o desestímulo e desinteresse do mesmo pela disciplina. No sentido de minimizar este cenário, novas concepções metodológicas estão sendo aplicadas no Ensino da Química, como por exemplo, a aplicação da experimentação lúdica utilizada para contribuir na contextualização e na interdisciplinaridade dos conteúdos. No presente trabalho, utilizou-se a experimentação associada à ciência forense, para isso, verificou-se primeiro a concepção prévia dos estudantes por meio de um questionário. Em seguida, foi proposto aos alunos a resolução de um crime fictício (situação-problema). A proposta de ensino apresentada mostrou-se uma eficiente ferramenta pedagógica no processo de ensino-aprendizagem, bem como na contextualização dos conceitos de química com as questões culturais e sociais do aluno, uma vez que as séries televisivas se tornaram hobbies comuns entre os adolescentes.

Palavras-chave: Química forense; Aprendizagem significativa; Experimentação

ABSTRACT

Conventional methods employed to teach chemistry imply a lot of memorization and very little contextualization, i.e., they fail to connect chemistry concepts to students' everyday lives, which causes them to lose motivation and interest in learning the subject. In order to change this scenario, new methods have been proposed for the teaching of chemistry, such as playful experimentation, to foster contextualization of content and integration with content from other subjects. This study has aimed to evaluate student learning of chemistry concepts by means of experimentation associated to forensic science. To this end, first, students' previous knowledge of the content was assessed by means of a questionnaire prior to the intervention. Then, they were given a problem-situation, a fictitious crime, which they had to solve. The results indicate that the teaching method under investigation is an effective teaching-learning strategy capable of contextualizing and adapting chemistry concepts to students' cultural background, since TV crime series have become hugely popular among teenagers.

Keywords: Forensic chemistry; Meaningful learning; Experimentation.

1. INTRODUÇÃO

Na prática docente, são recorrentes os questionamentos de alguns alunos acerca da aplicação dos conteúdos na disciplina de Química, sobretudo como os assuntos podem estar associados na vida cotidiana, englobando os aspectos sociais, econômicos, ambientais, políticos e até mesmo tecnológicos. Alguns estudantes consideram que os conteúdos transmitidos pelos professores nem sempre serão aplicados em profissões futuras (Cardoso e Colinvaux, 2000). Portanto, para a maioria dos discentes, se não há utilidade, não há motivos para se dedicarem ao estudo dessa disciplina. Isso geralmente ocorre, porque o discente é, frequentemente, tratado como mero ouvinte das informações que o professor expõe, as quais não se relacionam aos conhecimentos prévios que os estudantes construíram ao longo de sua vida (Guimarães, 2009).

Além desses fatores, a estruturação do ensino de Química ocorre em torno de atividades relacionadas à memorização de informações, fórmulas e conhecimentos que limitam o aprendizado dos alunos, e em muitas vezes, contribuem para a desmotivação e desinteresse dos discentes em estudar Química (Hammill, 2000). Isso ocorre devido à dificuldade dos professores de química em encontrar meios que relacionem o conteúdo teórico ao contexto social e cultural vivenciado pelo educando (Lopes et al., 2011). Porém, esse cenário, vem sofrendo consideráveis mudanças nos últimos anos, pois diversas pesquisas acerca de novas estratégias metodológicas têm sido propostas, como experimentos, jogos e outros recursos didáticos que buscam a interdisciplinaridade e a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos, visando contribuir para a melhoria do ensino e para a aprendizagem significativa na disciplina de química.

Segundo Guimarães (2009), a aprendizagem significativa é um processo pelo qual um novo conhecimento se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz. Estrutura cognitiva é definida como um conjunto global de ideias sobre determinado assunto, disciplina ou mesmo um conjunto total de pensamentos de um indivíduo, e a forma como são organizadas (Novaes et al., 2013). Assim, a aprendizagem significativa é estabelecida quando uma nova informação se ancora a conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz, ocorrendo um processo de assimilação em que

esta nova informação pode ser aprendida significativamente.

Nos últimos anos, a ciência forense atraiu a atenção dos mais variados grupos, através dos programas, séries televisivas e filmes, onde são retratados o cotidiano dos pesquisadores forenses nas suas diferentes áreas de atuação. E apesar de uma considerável parcela da sociedade não ter conhecimento exato do que se trata, sabem que ela está relacionada às investigações criminais (Rosa et al., 2015; Silva e Rosa, 2013; Cruz et al., 2016). Dessa forma, as séries de investigação criminal como, CSI, sigla para Crime Science Investigation (Investigação Criminal), Cold Case (Arquivo Morto), Without a Trace (Desaparecidos), The Closer (Divisão Criminal), Criminal Minds, Dexter, entre outras, podem ser utilizadas na construção de situações pedagógicas que possibilitam o desenvolvimento da cognição (Sebastiany et al., 2013; Oliveira, 2006).

Considerando esse contexto, o tema ciência forense das séries de investigações criminais, vem sendo desenvolvidas por vários autores (Rosa et al., 2015; Silva e Rosa, 2013; Cruz et al., 2016; Chemello, 2006; Sebastiany et al., 2013; Oliveira, 2006) como uma metodologia diversificada para o ensino, visando auxiliar na construção de um saber mais sistêmico e contextualizado.

A ciência forense é uma área interdisciplinar que envolve, física, biologia, química, matemática, dentre outras ciências, com o objetivo de dar suporte às investigações relativas à justiça (Chemello, 2006). De acordo com Oliveira (2006), é possível utilizar os conceitos químicos pertinentes às análises da química forense, seja por uma abordagem teórica ou pelo uso da experimentação, para inserir conteúdos de química para os estudantes de ensino médio, promovendo com isso a contextualização e a exemplificação necessária para que o aluno se sinta interessado a participar da construção do conhecimento.

De acordo com Ferreira et al. (2010), a experimentação apresenta importantes contribuições no ensino da química, como a motivação, atenção e criatividade dos alunos, constituindo-se em uma importante ferramenta pedagógica que pode auxiliar na construção de conceitos. Contudo, as atividades experimentais não são frequentes nas escolas públicas e um dos principais motivos indicados pelo autor é a ausência de laboratórios de química, biologia ou ciências, e quando a Escola dispõe desses

espaços físicos é frequente a falta de vidrarias e/ou reagentes para a realização das aulas. Outro fator limitante é a falta do tempo dos professores para preparação de uma aula experimental, pois muitos docentes do Ensino Fundamental e Médio sobrecarregam sua carga horária semanal e lecionam em várias Escolas e turnos variados, tais dificuldades estão somadas à falta de apoio pedagógico, desprestígio social e ausência de uma política de valorização do professor (Silva e Rosa, 2013; Cruz et al., 2016; Chemello, 2006; Sebastiany et al., 2013).

Por fim, os problemas relacionados a falta de estrutura nas escolas podem ser minimizados com a utilização de experimentos com materiais de fácil acesso e de baixo custo sobre diversos conteúdos (Guimarães, 2009; Hammill, 2000; Lopes et al., 2011; Novaes et al., 2013; Chemello, 2006; Sebastiany et al., 2013; Oliveira, 2006; Ferreira et al., 2010).

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo analisar a contribuição da contextualização dos conteúdos da disciplina de química do primeiro ano do ensino médio com o tema ciência forense das séries de investigação criminal, através da experimentação investigativa e lúdica. Para isso, verificou-se primeiro a concepção prévia dos estudantes por meio de um questionário, depois os alunos utilizaram as técnicas forenses na resolução de uma situação problema (crime fictício).

2. PARTE EXPERIMENTAL

A pesquisa, conduzida em uma abordagem qualitativa do tipo estudo de caso, foi aplicada na Escola Estadual Deputado João Valério de Oliveira, localizada na cidade de Itacoatiara- Amazonas.

Os participantes foram 24 alunos de uma turma de 1º ano do ensino médio, tendo como instrumentos de coleta de dados um questionário baseado na metodologia de Rosa e colaboradores (Rosa et al., 2015) contendo: 1) perguntas que buscaram verificar o grau de interesse dos alunos pela disciplina de química, 2) as informações preexistentes sobre o tema química forense e 3) um relatório após a atividade para verificar se houve mudanças nessas informações. O questionário (Material suplementar) foi constituído por questões objetivas e subjetivas, nas quais poderiam ser assinaladas uma única resposta ou múltiplas opções, conforme preestabelecidas para cada questão.

As atividades que constituíram a proposta foram estruturadas em uma sequência de quatro aulas (50 minutos cada), utilizando os tempos de aula das disciplinas de química e biologia, como descritas a seguir.

Aula 1 - Inicialmente, lançou-se uma situação problema por meio de uma história de um crime fictício, a qual teria que ser elucidado pelos alunos:

"uma mulher, de 36 anos, foi encontrada sem vida pendurada por uma corda no quarto de sua residência, e ainda uma carta de despedida em cima da cama, indicando suicídio. No entanto, na casa da vítima haviam marcas de mãos sujas de sangue nas paredes da sala e do quarto, além de hematomas no rosto da vítima apontam uma possibilidade de homicídio. Foram coletadas amostras de DNA oriundos da cena do crime, que estavam embaixo das unhas da vítima, bem como marcas de impressões digitais em um copo, supostamente, utilizado por outra pessoa antes da morte. Entre os suspeitos de terem cometido o possível homicídio estão: o ex-marido, com quem a vítima mantinha um relacionamento conturbado, pois este não aceitava o fim do relacionamento; a atual mulher do ex-marido, a qual tinha ciúmes da vítima; e o namorado que possui um antecedente violento, tendo, inclusive, sido condenado inúmeras vezes por crimes de lesão corporal. O DNA e a impressão digital dos suspeitos já foram coletados e seguem para a perícia analisar e comparar com as amostras encontradas no local do suposto crime".

Após a discussão sobre o crime fictício, foi ministrada uma aula expositiva- teórica, com o propósito de contextualizar a proposta ao informar os alunos acerca das técnicas utilizadas pela ciência forense. Além disso, demonstrar como a química está inserida nesse contexto, em assuntos como, forças intermoleculares que estão envolvidas na técnica de identificação de impressão digital; ligações químicas, carga iônica e mobilidade de íons, ambos contidos no processo de identificação de DNA por meio da técnica de eletroforese de forma lúdica e também alguns conceitos de biologia, como as bases nitrogenadas. Para as análises da presença de sangue, mostrou-se a reação de quimiluminescência do luminol contextualizando com o modelo atômico de Bohr.

Aula 2 – Para produzir o pó utilizado na revelação da impressão digital foram utilizados amido de milho, fuligem, bombril, prato de cerâmica e vela, pincel de cerdas macias, a partir do seguinte procedimento: usou-se a vela para queimar o fundo do prato de cerâmica até formar

a fuligem (negro-de-fumo). Após isso, a fuligem foi retirada do fundo do prato com uma colher e colocada em um recipiente. Um pedaço de bombril foi queimado por completo. Após isso, o pó formado (óxido de ferro) foi misturado com a fuligem e amido de milho.

O pó de óxido de ferro (Rosa et al., 2015; Silva e Rosa, 2013) foi produzido antes da atividade em sala de aula, sendo disponibilizado para cada grupo um folder (ANEXO 2) com uma breve introdução sobre cada técnica, materiais e procedimentos de como produzi-los, caso os discentes tivessem interesse em fazê-los depois em casa, considerando que os materiais são de fácil acesso. Por fim, os alunos foram divididos em quatro grupos para a realização do experimento que foi desenvolvido a partir do crime fictício, no qual os próprios alunos seriam os investigadores e peritos criminais, tomando as medidas que julgassem necessárias para resolver o problema.

Inicialmente, foram realizadas algumas perguntas, com o intuito de norteá-los na resolução da situação problema:

- 1) Ocorreu um homicídio ou suicídio e qual o motivo?
- 2) Caso tenha ocorrido um homicídio, informar dentre os suspeitos, qual é o assassino e qual a motivação do crime?
- 3) Qual foi a hipótese sugerida e qual metodologia foi utilizada para chegar na resolução do problema?

Em seguida, realizou-se a discussão com cada grupo para que eles levantassem hipóteses e propusessem experimentos para testá-las.

Em uma sala vazia, foi criado um cenário simulando um homicídio e um laboratório improvisado, pois a escola não dispõe de laboratório de ciência. No local, encontravam-se vários indícios e vestígios para que a turma desvendasse o mistério. Uma boneca representava a vítima que estava pendurada pelo pescoço por uma corda e com hematomas no rosto. Sobre a mesa encontravam-se dois copos, no qual um deles continha marca de batom, celular com históricos de chamadas, e alguns papéis espalhados pelo chão, sendo um deles uma carta supostamente da vítima.

De modo que todos participassem, um membro de cada grupo foi chamado para realizar cada etapa da atividade. Os alunos decidiram iniciar a atividade pela cena do crime e foram isolando e coletando provas que consideravam relevantes para desvendar o problema. Todos os grupos que analisavam o local do crime formulavam teorias de como poderia ter ocorrido homicídio, quais os suspeitos e motivação.

Após terem recolhido a amostra de DNA, da impressão digital e do sangue na cena do crime, estas foram encaminhadas ao laboratório improvisado, para serem analisadas pelos alunos.

A análise da revelação da impressão digital encontrada na suposta carta escrita pela vítima, foi realizada utilizando pó de óxido de ferro. A revelação da impressão foi obtida com boa qualidade por todos os grupos. Nessa etapa, os conteúdos de química aplicados foram à composição química de materiais e as forças intermoleculares.

Para o teste de identificação de sangue foi utilizado o luminol, abordando os conceitos químicos de luminescência, quimiluminescência e modelo atômico de Bohr, aproveitando a situação-problema.

Aula 3 - Baseado na metodologia de Cruz et al. (2016), os alunos fizeram o teste de identificação de DNA utilizando a técnica de eletroforese aplicada de forma lúdica. Foi considerado que a quebra na sequência de bases nitrogenadas do DNA ocorreu na junção entre duas bases AA da fita. Os alunos complementaram a fita de DNA com suas respectivas bases nitrogenadas e as cortaram na junção AA formando alguns fragmentos. As enzimas de restrição foram representadas pela tesoura. Em seguida, contaram os números de pares de bases nitrogenadas e anotaram no verso de cada fragmento, organizando-os por ordem de tamanho. Como a eletroforese gera padrões de fragmentos moleculares, criaram-se padrões de fragmentos de DNA em cartelas de papel que representavam o gel da eletroforese, cabendo aos grupos construir a fita complementar das bases nitrogenadas e de acordo com o número de bases em cada fragmento, preencheram a tabela.

O material coletado no crime fictício foi representado por quatro fitas de DNA, sendo três amostras dos suspeitos e uma encontrada na cena do crime, que foram colocadas em um envelope e entregues para cada grupo. Então, o preenchimento da tabela que representa o gel na eletroforese lúdica, consistiu em pintar com lápis de cor os quadrados referentes ao número de bases em cada fragmento de DNA na coluna referente ao material de coleta recebido. Por exemplo: se um dos fragmentos do suspeito 1 apresentasse três pares de base, o aluno deveria pintar o quadrado referente a esse e a linha número três. Após a montagem do gel (tabela preenchida), os alunos analisaram a amostra de DNA dos suspeitos e compararam com o DNA

encontrado na cena do crime.

Aula 4 - Após cada equipe ter trabalhado nas amostras coletadas na cena do crime, foi feita uma discussão entre os grupos sobre suas hipóteses e conclusões referentes à resolução da situação problema. As respostas ao problema proposto precisariam ser baseadas nas análises forenses aplicadas e no material encontrado na cena do crime. Após formuladas as teorias para solucionar os crimes, os grupos fizeram uma simulação de como aconteceu o crime de acordo com as provas analisadas. Por último, solicitou-se a cada grupo que produzisse um relatório sobre suas conclusões a respeito da situação problema.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o questionário, no que se refere a disciplina de química, verificou-se que 96% dos estudantes gostam das aulas, mesmo que 79% sintam dificuldades em compreender alguns conteúdos dessa disciplina. Cerca de 67% disseram considerar o estudo de química muito importante e 54% sabem que está diretamente ligada ao cotidiano. Apesar disso, 67% dos alunos disseram que sentem dificuldade, na maioria das vezes, em compreender as explicações do professor.

A dificuldade em aprender alguns conteúdos de química e de não compreenderem a explicação do professor na maioria das vezes, podem estar relacionados ao fato de metade dos alunos (50%) não conseguirem dar exemplos de onde a química está presente no cotidiano. Os estudantes demonstram dificuldades em aprender química, quando não conseguem perceber o significado e a existência de uma aplicação dela no cotidiano (Cruz et al., 2016; Chemello, 2006; Ferreira et al., 2010; Rocha et al., 2014; Soares, 2008).

Cerca de 50% dos alunos participantes da atividade, disseram compreender melhor os conteúdos de química por meio da metodologia baseada nos exercícios e das aulas teóricas. Esses resultados podem ser atribuídos ao fato de 58% dos alunos, nunca terem tido aulas de laboratório, o que pode estar relacionado com a inexistência de laboratório de ciências na escola onde a atividade foi elaborada, logo as aulas são restritas a exposições teóricas, exercícios e aos livros didáticos. Menos da metade dos alunos envolvidos (42%) disseram que se interessam pelas aulas de laboratório, e que compreendem melhor os conteúdos por meio destas. Esses alunos podem ter sido àqueles que participaram

de atividades de laboratório promovidas por estagiários de licenciatura ou por projetos de extensão promovido pelas universidades locais.

Esses resultados diferem dos obtidos por Rosa et al. (2015), no qual a maioria dos alunos compreendiam melhor por meio de aulas práticas, pois na escola onde foi realizado o trabalho dispunha laboratório de química e aulas experimentais frequentes.

De acordo com os relatórios produzidos pelos alunos, o interesse por aulas de laboratório aumentou entre os discentes após as atividades, a qual pode ser evidenciada nas descrições a seguir:

R1: "Que tivesse mais aula diferenciada, porque aumenta o interesse em aprender mais sobre química."

R2: "Queremos fazer muitas vezes essa prática dentro da sala de aula, pois é muito bom, divertido e pouco difícil."

R3: "As escolas devem aderir mais esse tipo de aula, porque é mais interessante. Foi uma experiência única o que fizemos em sala de aula."

Esses resultados mostram que ao passo que os alunos têm contato com aulas experimentais e com novas metodologias de ensino, seu interesse pela aula e pela disciplina são maiores, pois, segundo Cruz et al. (2016), são incentivados a aprender química de forma simples, relevante e duradoura, o que pode ser percebido pela curiosidade e pela participação na aula. Dessa forma, percebe-se que os alunos necessitam de mais aulas diversificadas para se sentirem motivados e assim auxiliar na aprendizagem.

Os alunos demonstraram também, interesse pela profissão de perito criminal e consequentemente por química, o que pode ser visto em um dos relatos, transpostos abaixo:

R5: "Para mim foi muito importante porque as vezes eu não dou a mínima atenção para a química, agora vou aprender mais sobre química porque fiquei interessado na profissão dos peritos criminais".

R6: "A aula foi tudo de bom. Fizemos várias coisas na aula e acho que aprendi a gostar mais de química pelo fato de poder desvendar crimes".

Cruz et al. (2016) verificaram também o notório interesse dos alunos pela química forense com a atividade, o que pôde ser constatado pelos diversos questionamentos a respeito do curso de graduação na área de

perícia criminal. Esse fato, segundo o autor, revela que o tema obteve aprovação entre os alunos que, por sua vez, mostraram-se instigados a saber mais a respeito do tema.

O interesse dos alunos nas séries televisivas de investigação criminal também foi verificado a partir do questionário, no qual 71% responderam de modo afirmativo. Em geral a abordagem da ciência forense nessas séries de investigação criminal, programas, jornais entre outros meios midiáticos, permite que os alunos tenham acesso ao seu conteúdo (Rosa et al., 2015). A fim de verificar se isso de fato acontece, perguntou-se aos alunos em qual situação a química forense poderia ser aplicada. Cerca de 67% responderam “não sei o que é” enquanto que o restante respondeu sobre aplicações que não tem relação com a ciência forense, ou seja, dos 24 alunos participantes da proposta, nenhum sabia do que se tratava essa ciência.

Apesar dos alunos não saberem da existência da ciência forense, quando perguntados qual das técnicas forense eles conheciam, 92% responderam teste de DNA, 25% impressão digital e 13% identificação de sangue. Isso mostra que os alunos têm ciência das técnicas utilizada pela ciência forense em investigações criminais, mas não conhecem os conceitos científicos envolvidos nas mesmas.

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 de forma crítica, como são propostos os conteúdos de química nessas séries, considerando que nem sempre a ficção apresenta a realidade tal qual ela é. Baseado no estudo de Rosa et al. (2015), 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.

Após a atividade, observou-se mudança na percepção dos alunos sobre a química forense, tendo em vista que todos os alunos escreveram no relatório:

R7: “É utilizada em investigação criminal e de paternidade...”

R8: “Em homicídios e suicídios.”

R9: “Para resolver crimes.”

Observa-se que por meio desses relatos, que houve mudança nas informações preexistentes na estrutura cognitiva dos alunos,

uma vez que compreenderam as aplicações e a relevância para a sociedade das análises forenses vistas nas séries de investigação e perceberam que para realizá-las é necessário saber conceitos químicos que são estudados em sala de aula. Dessa forma, a atividade foi significativa para a construção do conhecimento, pois segundo Guimarães (2009), para ocorrer a aprendizagem significativa não basta apenas que uma nova informação se ancore a conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz, é necessário que a nova informação modifique os conceitos subsunçores, transformando-os em conceitos mais gerais e abrangentes.

Observou-se, também que os estudantes não usaram conceitos químicos para explicar as técnicas forenses e os acontecimentos do cotidiano. Esses resultados também são observados no trabalho de Rosa et al. (2015), no qual ressalta que, embora os estudantes, muitas vezes, não utilizem os conceitos químicos corretamente para explicar os acontecimentos, só o fato de eles terem conseguido relacioná-los ao cotidiano, já é considerado um importante passo para o desenvolvimento do saber.

Na etapa de aplicação do experimento por meio de uma cena de crime fictícia (FIGURA 1), o simples relato do suposto crime que eles teriam que investigar gerou uma grande animação e despertou a curiosidade dos alunos. As perguntas, feitas aos alunos, do tipo “foi homicídio ou suicídio e por quê?”, “Se foi homicídio quais dos suspeitos é o assassino e por quê?”, “Qual hipótese sugerida e qual metodologia utilizada para chegar à resolução do problema?”, antes da parte experimental, os ajudaram a direcionar a atividade a uma conclusão, ao buscar as respostas para esses questionamentos. A formulação de um problema na forma interrogativa está em estreita harmonia de que o conhecimento é a resposta de alguma pergunta (Ferreira et al., 2010; Rocha et al., 2014; Moreira, 2011). Esta etapa deixou que os próprios alunos administrassem a proposta ao fazerem o papel de investigadores e peritos criminais para desvendar o problema por meio da ciência forense. Ao utilizar a experimentação na resolução de problemas, torna a ação do educando mais ativa, e consequentemente, protagonista do seu próprio aprendizado (Suart e Marcondes, 2009).

Os resultados deverão ser apresentados de maneira concisa juntamente com uma breve discussão. Se possível, comparar os resultados no contexto de outros trabalhos já realizados e previsões teóricas.

Figura 1: Investigação da cena do crime. Fonte: A autora (2018).

Os testes realizados pelos estudantes que realmente auxiliaram na resolução do crime foram as técnicas de identificação de DNA e revelação de impressões digitais. No teste de identificação de sangue por meio do luminol, apenas os conceitos químicos de luminescência, quimiluminescência e fosforescência foram explorados, aproveitando a situação-problema.

Os alunos iniciaram os experimentos pela técnica de identificação do DNA, utilizando a eletroforese em gel de forma lúdica. Baseado em Cruz et al. (2016), ao preencher a tabela representativa do gel da eletroforese, os discentes são induzidos ao raciocínio lógico e à reflexão, pois ao executarem o procedimento, cria-se uma expectativa de qual será o resultado, gerando uma competição saudável entre eles para saber quem descobrirá primeiro o criminoso.

A interdisciplinaridade esteve presente nesta atividade, uma vez que conceitos de biologia foram utilizados para que os alunos pudessem complementar as fitas da eletroforese com suas respectivas bases nitrogenadas (timina é a base complementar da adenina e a citosina, da guanina). A ideia consiste no ensino ser o mais interdisciplinar possível, interligando assuntos que muitas vezes, por si só, o aluno não conseguiria fazê-lo (Silva e Rosa, 2013).

Apenas com o teste de identificação de DNA, já era possível identificar o suposto autor do crime, e a técnica de identificação de impressão digital só iria confirmar a autoria. Então, para finalizar o experimento e confirmar o autor do crime, os alunos utilizaram a técnica do pó com óxido de ferro para identificação de impressões digitais. Os materiais utilizados para obtenção do pó são de baixo custo, podendo ser feito com matérias comuns na cozinha dos alunos. Segundo Rocha et al. (2014), a possibilidade de desenvolver aulas práticas de fácil implementação de experimentos sem a necessidade de equipamentos e reagentes inacessíveis é uma importante ferramenta para o professor, considerando os problemas estruturais que parecem limitar o uso de aulas práticas no ensino de ciências nas escolas brasileiras. No caso dessa escola, que não possui laboratório de ciências, utilizar materiais de fácil acesso é uma alternativa para driblar essas dificuldades e não deixar que a falta de estrutura prejudique o ensino e aprendizagem de química.

A revelação da impressão foi obtida com

boa qualidade como pode ser observado na (FIGURA 1). Isso fez os alunos sentirem-se mais motivados devido ao fato de terem executado a análise de forma correta e sem interferência do professor. A experimentação investigativa de forma lúdica, estimula a exploração e a resolução de problemas, pois é livre de pressões e avaliações e cria um clima adequado para a investigação e a busca por soluções (Moreira, 2011; Suart e Marcondes, 2009; Mendonça et al., 2014). Porém, essa prática requer que o professor tenha conhecimento de suas teorias, métodos e de seu potencial pedagógico, para que possa explorar as habilidades e competências que tais atividades podem propiciar ao estudante. O autor também alerta que o professor de química deve estar consciente de que a função lúdica não deve predominar sobre a função educativa da atividade proposta em sala de aula e vice-versa

Figura 2: Revelação das impressões digitais dos suspeitos. Fonte: A autora (2018)

Após os grupos terem chegado a uma conclusão, os alunos fizeram uma simulação do crime para que pudessem expor suas teorias a respeito de como havia acontecido o suposto homicídio. Todos os grupos chegaram próximo da história original, mas esta não foi revelada, pois considerou-se que as várias alternativas expostas pelos alunos também poderiam ter ocorrido, de modo a valorizar a criatividade e o empenho dos alunos para resolver o problema. De acordo com Guimarães (2009), a mera inserção dos discentes em atividades práticas não é fonte de motivação. É necessário que haja o confronto com problemas reais, reflexão em torno de ideias inconsistentes por eles apresentadas e ajudá-los a superar os problemas que parecem difíceis. Para isso, é necessário levar em consideração os modelos alternativos por eles construídos e compará-los aos aceitos cientificamente.

O relatório elaborado ao fim da aula experimental permitiu utilizar a produção textual como ferramenta pedagógica, pois segundo Ferreira et al. (2010), com ela é possível resgatar em sala o que cada grupo afirma ter aprendido, suas prováveis dúvidas e os dados coletados. Foi solicitado que cada grupo fizesse a leitura do texto produzido, e assim foi possível sanar as dúvidas, redefinir conceitos mal compreendidos e sistematizar os conteúdos trabalhados, sem desvalorizar o conhecimento construído pelos discentes. Vale ressaltar que essa etapa é importante para construir significados usando uma forma específica de ver e interpretar

fenômenos: o conhecimento químico, que é dotado de simbologia, significado e linguagem própria, em que a construção dos significados aceitos pela comunidade de químicos, acontece pela interação entre professor e aluno (Ferreira et al., 2010).

Os resultados apontam que o uso de novas metodologias de ensino, que contemplam aquilo que o aluno já sabe e a problematização por meio de experimentos contribuiu para a aprendizagem significativa, pois tornaram os conteúdos de química menos abstratos e mais relevantes.

4. CONCLUSÕES:

A proposta de ensino apresentada mostrou-se eficiente em contextualizar os conceitos da disciplina de química com as questões culturais e sociais do aluno, uma vez que as séries televisivas se tornaram, nos últimos anos, comuns entre jovens e adolescentes. Vale ressaltar que, segundo as informações obtidas no questionário, as séries de investigação criminal são as preferidas dos alunos. Dessa forma, pode-se dizer que a aprendizagem foi significativa, pois a abordagem desse tema possibilitou vincular assuntos forenses presentes no cotidiano dos alunos aos conteúdos químicos, permitindo a interação entre o que eles já sabiam e o que precisavam saber, havendo mudança nos conceitos subsunçores, uma vez que compreenderam as aplicações e a relevância para a sociedade das análises forenses vistas nas séries de investigação e perceberam que para realizá-las é necessário saber conceitos químicos que são estudados em sala de aula.

Outro fator observado, foi o interesse dos discentes pela profissão de perito criminal, visto por meio dos relatórios produzidos e pelas perguntas feitas durante a atividade a respeito de qual formação necessária para seguir carreira nessa área. Esse fato demonstra que os estudantes gostaram da atividade e que ficaram motivados a aprenderem mais sobre o tema e, conseqüentemente, mais sobre química, seja com intuito de entender as técnicas forenses para seguir carreira de perito criminal ou para discutir com os amigos em rodas de bate-papo dos fins de semana. Isso mostra a importância de se desenvolver atividades contextualizadas em sala de aula, pois ajuda o aluno a observar a relevância dos conteúdos estudados, incentivando-o a aprender química de forma significativa. A utilização de materiais de fácil

acesso mostrou-se uma ferramenta valiosa, uma vez que na escola, assim como em várias outras escolas públicas do país, a inexistência de laboratório é uma realidade. Dessa forma, novas pesquisas sobre experimentos com matérias de fácil acesso no ensino da química, são importantes, uma vez que além de sanar esses problemas de infraestrutura das escolas, servem para diversificar e auxiliar na atuação docente. Entretanto, não se pode esquecer de cobrar das autoridades competentes os recursos necessários para a melhoria do ensino e aprendizagem, exercendo assim seu papel de cidadão.

5. AGRADECIMENTOS:

Aos funcionários da Escola Estadual Deputado João Valério de Oliveira

6. REFERÊNCIAS:

1. CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. *Quím. Nova* **2000**, 23, 401.
2. GUIMARÃES, C. C. *Quím. nova esc.*, **2009**, 31, 3, 198.
3. HAMMILL, D. D. *J Learn Disabil-Us*, **2000**, 23, 74.
4. LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M.V.; MARSDEN, M.; ALVES, N.G. *Quím. Nova*, **2011**, 34, 7, 1275.
5. NOVAES, F.J.M.; DE AGUIAR, D.L.M.; BARRETO, M. B.; AFONSO, J.C.; *Quím. nova esc.*, **2013**, 35, 1, 27.
6. ROSA, M. F.; SILVA, P. S.; GALVAN, F. B. *Quím. nova esc.*, **2015**, 37, 1, 35.
7. SILVA, P.S; ROSA, M.F. *R. bras. Ens. Ci. Tecnol.*, **2013**, 6, 2, 148.
8. CRUZ, A. A. C.; RIBEIRO, V.G. P.; LONGHINOTTI, E.; MAZZETTO, S.E. *Quím. nova esc.*, **2016**, 38, 2, 167.
9. CHEMELLO, E. Ciência forense: exame de DNA. *Química Virtual*, **2006**, 1, 1.
10. SEBASTIANY, A.P.; PIZZATO, M.C.; DEL PINO, J.C.; SALGADO, T.D.M. *Educ. quím.*, **2013**, 24, 1, 49.
11. OLIVEIRA, M. F. *Quím. nova esc.*, **2006**, 24, 17.
12. FERREIRA, L. H; HARTWIG, D. R; OLIVEIRA, R. *Quím. nova esc.*, **2010**, 32, 2, 101.

13. ROCHA, G. X.; GARRIDO, F. S.; GARRIDO, R. G. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, **2014**, 116, 4293.
14. SOARES, M. Guarapari. Ex Libris, **2008**. 169p.
15. MOREIRA, M.A. *Aprendizagem Significativa em Revista*, **2011**, 1, 3, 25.
16. SUART, R. C; MARCONDES, M. E. R. *Ciências & Cognição*, **2009**, 14, 1, 1.
17. MENDONÇA, M.F.C.; CORDEIRO, M.R.; KIILL, K.B.; *Quim. Nova*, **2014**, 37, 7, S1-S2.

Figura 1. Investigação da cena do crime. Fonte: A autora (2018).

Figura 2. Revelação das impressões digitais dos suspeitos. Fonte: A autora (2018)

ANEXO 1

Questionário Aplicado.

SOBRE A DISCIPLINA DE QUÍMICA

1) (*Resposta múltipla*) Como você 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. 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 alguns 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.

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

7) você consegue relacionar a química com o seu cotidiano? Se sim, 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.

SOBRE A QUÍMICA FORENSE

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

- (a) Sim.
- (b) Não.
- (c) Não sei o que é.

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)
- () 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

ANEXO 2

Folder Disponibilizado aos Alunos.

PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Criando pó para revelação de impressão digital.

MATERIAIS

Amido de milho

Fuligem

Bombril

PROCEDIMENTOS:

1 - Use um prato de cerâmica e a vela para criar fuligem. Acenda a vela e segure-a contra o fundo do prato de cerâmica, criando uma camada de fuligem. Movimente o prato sobre a chama, para que toda a parte inferior dela entre em contato com a vela. Em seguida raspe a fuligem colocando-a em um recipiente.

2 - Pegue o bombril, queime com um isqueiro, separe o pó que se formar e coloque no recipiente contendo o amido de milho e fuligem.

3- com um pincel, coloque com cuidado o pó em cima da impressão digital, deixe agir por uns segundos e remova o pó com cuidado pra não destruir a impressão.

Identificação de pessoas pelo DNA

MATERIAIS

Tesoura;

Lápis ou caneta.

PROCEDIMENTOS:

1- Pegue a fita de DNA, disponibilizada pelo professor, que contém 30 pares de bases e complemente com suas respectivas bases;

2- Quando a sequência AA for encontrada, faça um traço vertical separando A de A, como no exemplo abaixo:

A	A	T	A	T	T	C	C
T	T	A	T	A	A	G	G

As duas sequências indicam as duas fitas de DNA da molécula.

3- Com uma tesoura, corte a fita de DNA nos locais em que foram feitos os traços verticais. A tesoura representa a enzima de restrição e, com o corte, você obterá alguns fragmentos de DNA.

4- Conte o número de pares de bases nitrogenadas de cada fragmento e marque no verso da fita.

5- Para simular uma corrida em gel de eletroforese, a tabela que recebeu deverá ser preenchida da seguinte forma: após cortados os fragmentos de DNA, pinte os quadrados de acordo com os fragmentos originados, na coluna representativa do material de coleta recebido. Por exemplo, se um dos fragmentos do suspeito 1 apresenta quatro pares de base, o aluno deverá pintar o quadrado relativo à coluna do suspeito 1 e à linha do número 4.

6- compare seu resultado com o resultado da cena do crime (CC).

ORGANIZAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO -TCC
DISCENTE: Josiele Viana Gomes

QUÍMICA FORENSE: AS SÉRIES DE INVESTIGAÇÃO CRIMINAL NO ENSINO DA QUÍMICA POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA E LÚDICA

Confira algumas curiosidades sobre a utilização da química na resolução de crimes.

INTRODUÇÃO

A ciência forense é uma área interdisciplinar que envolve física, biologia, química, matemática, dentre outras ciências, com o objetivo de dar suporte às investigações relativas à justiça civil e criminal. Seu foco principal é confirmar a autoria do crime e/ou descartar suspeitos.

IMPRESSÃO DIGITAL

A impressão digital é encontrada na ponta dos nossos dedos, é o desenho formado pelas papilas. As papilas formam padrões únicos que não se repetem em outros dedos. Na química forense a técnica do pó é a mais utilizada entre os peritos, quando as impressões localizam-se em superfícies lisas e não adsorventes. A adsorção é um fenômeno caracterizado pela fixação de moléculas de uma substância na superfície de outra substância. A técnica do pó está baseada nas características físicas e químicas do pó, dos compostos da impressão, do tipo de instrumento aplicador e, principalmente, no cuidado e habilidade de quem executa a atividade. Esta interação entre os compostos da impressão e o pó é de caráter elétrico, tipicamente forças de van der Waals e ligações de hidrogênio.

LUMINOL

Luminescência é qualquer substância que ao receber um estímulo (reação química, luz) começa a emitir fótons (luz). Ex: bioluminescência, fotoluminescência (fluorescência e a fosforescência) e quimiluminescência.

Esse fenômeno é explicado pelo modelo de Bohr, onde o elétron em um átomo ocupa níveis fixos de energia, movendo-se em orbitas circulares ao redor do núcleo, a energia do elétron é constante em dada orbita. O elétron ao receber ENERGIA sai de sua camada fundamental (menor energia), passa para uma camada mais externa (maior energia) e ao retornar para sua camada fundamental emite fótons (luz);

O luminol usado pela polícia para detectar vestígios de sangue, provoca uma reação química quimiluminescência. A grosso modo, esse "palavrão" descreve uma reação química que libera energia sob a forma de luz.

IDENTIFICAÇÃO PELO DNA

Em todos os seres vivos, o DNA é formado por uma fita dupla composta por 4 letras - A, T, C e G..

As fitas de DNA são mantidas juntas por ligações de hidrogênio entre as bases de fitas. Adenina (A) sempre faz par com a Timina (T), enquanto a Guanina (G) sempre faz par com a molécula de Citosina (C).

ELETOFORESE EM GEL

Esta técnica consiste na migração de moléculas ionizadas, em solução, de acordo com suas cargas elétricas e pesos moleculares em campo elétrico. Como o DNA é negativamente carregado, ele é atraído pelo eletrodo positivo. Os fragmentos de DNA menores migram mais rapidamente que os fragmentos de DNA maiores.