



ABORDAGEM DO TEMA QUÍMICA FORENSE E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O PROCESSO DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

FORENSIC CHEMISTRY APPROACH AND CONTRIBUTIONS TO THE SCIENTIFIC LITERACY PROCESS

OLIVEIRA, Ana Carolina Dias de¹

MILARÉ, Tathiane²

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo relatar a elaboração e o desenvolvimento de atividades na abordagem do tema “Química Forense” em uma oficina temática e discutir sobre suas possíveis contribuições para o processo de Alfabetização Científica dos participantes. A oficina foi realizada no âmbito de um projeto de extensão e oferecida para diferentes turmas. Foram realizadas atividades lúdicas, experimentais, com uso de tecnologias e debates fundamentados nos principais direcionamentos da pesquisa em ensino de Química.

PALAVRAS-CHAVE: ensino de química; oficina; extensão.

ABSTRACT

The aim of this paper is to relate the elaborations and the development of activities on forensic chemistry in a thematic workshop, in addition to discuss about possible contributions to scientific literacy. The workshop was an extension project for all people in different classes. Playful activities, experiments, using technologies and debates were carried out based on research of chemical education.

KEYWORDS: Chemical Education; Thematic Workshop; Extension.

1 Universidade Federal de São Carlos - UFSCar. Brasil. Araras, SP, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7593-2548>. e-mail: oliveiradiasac@gmail.com

2 Universidade Federal de São Carlos - UFSCar. Araras, São Paulo, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6557-1769>. e-mail: tmlare@ufscar.br



INTRODUÇÃO

Um dos desafios do ensino de Química é estimular o interesse dos estudantes de forma a não distorcer a imagem da ciência e articular a abordagem de conceitos com contextos significativos, que promovam uma formação crítica e comprometida com a sociedade. Essa perspectiva vai ao encontro do processo de Alfabetização Científica que, embora represente um termo com diversos enfoques e significados na literatura, pressupõe a necessidade de todas as pessoas terem um mínimo de conhecimentos científicos (MILARÉ; RICHETTI, 2021).

Para Fourez (2005), é objetivo da Alfabetização Científica o desenvolvimento da autonomia, da comunicação e do domínio. O desenvolvimento da autonomia permite às pessoas tomarem decisões de forma fundamentada e emancipada de receitas prontas. A compreensão das situações e o diálogo só são possíveis por meio da comunicação. O domínio de conhecimentos científicos e tecnológicos é necessário para embasar e avaliar os possíveis posicionamentos, permitindo às pessoas um saber-fazer e um poder-fazer.

Para alguns autores (SHEN, 1975 *apud* LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; MARCO, 2000; FOUREZ, 2005), a Alfabetização Científica possui quatro principais perspectivas - prática, cívica, cultural e econômica ou profissional -, que podem subsidiar os argumentos sobre o porquê de desenvolver o ensino de ciências na educação básica para todos. A Alfabetização Científica Prática considera a necessidade das pessoas terem conhecimentos científicos e tecnológicos para compreenderem os fenômenos que ocorrem no cotidiano e para lidarem com problemas concretos. Assim, a abordagem dos conhecimentos é realizada sob uma perspectiva mais prática. A Alfabetização Científica cívica visa à formação da cidadania, subsidiando com conhecimentos científicos a tomada de decisões e a avaliação de questões sociocientíficas. A Alfabetização Científica cultural está relacionada à natureza humana da ciência, que deve ser valorizada também pelo seu desenvolvimento histórico, como uma herança intelectual (DEBOER, 2000). Por último, a Alfabetização Científica econômica ou profissional visa à formação de profissionais da área das ciências da natureza e ao desenvolvimento econômico das nações.

Nesse contexto, uma renovação epistemológica do que se entende por Ciência e por ensino deve ser conduzida, pois a Alfabetização Científica é incompatível com o ensino de ciências propedêutico e centrado apenas em



conceitos, ou seja, em resultados. Aspectos sociais, culturais, econômicos e políticos também devem ser considerados, abordando os conhecimentos científicos de maneira contextualizada e comprometida com a vida cidadã, em uma sociedade democrática. No que se refere à Química, ciência que será enfatizada neste trabalho, esses aspectos vão ao encontro das principais orientações da pesquisa em ensino.

Em um trabalho que também trata das contribuições do triploto químico (JOHNSTONE, 2000) e suas diversas interpretações na literatura, Talanquer (2011) apresenta aspectos relacionados ao conhecimento químico que podem subsidiar a elaboração de propostas de ensino. Para o autor, o conhecimento químico pode ser caracterizado por três principais formas: i) experiências, que se referem ao conhecimento empírico; ii) modelos, que compreendem os modelos teóricos explicativos, prescritivos e descritivos desenvolvidos na Química para compreensão do mundo e iii) visualizações, que se referem às diversas representações utilizadas na área, como fórmulas, equações, desenhos, símbolos, gráficos, entre outros. Estas três formas se inter-relacionam e podem tratar de sistemas em diferentes escalas, desde a macroscópica até a subatômica.

Os conhecimentos sobre as substâncias e processos químicos abrangem três dimensões, a composição (estrutura), a energia e o tempo (TALANQUER, 2011). A Química busca compreender fenômenos em termos da composição e da estrutura dos materiais, assim como suas transformações, que envolvem diversas escalas de tempo e de energia. Esses aspectos relacionados à natureza do conhecimento químico não podem ser desconsiderados em propostas de ensino que enfatizem esta área de conhecimento e que visem ao processo de Alfabetização Científica. Cabe destacar que os conhecimentos químicos podem ser abordados de diversas maneiras, mas algumas delas, orientadas pelos resultados de pesquisas, devem ser privilegiadas.

As dificuldades na aprendizagem da Química são ampliadas quando muitos conteúdos são apresentados em pouco tempo, quando os estudantes não veem significado naquilo que aprendem e quando há ênfase em apenas uma das características da Química como, por exemplo, em suas fórmulas e símbolos (TABER, 2013). Um caminho possível para a superação dessas dificuldades está em considerar os conhecimentos prévios dos estudantes, abordar os conhecimentos de forma contextualizada, trabalhar com situações problema e atividades experimentais investigativas, integrando o conhecimento empírico com os modelos teóricos e suas representações, em atividades que requeiram a participação ativa dos estudantes e o professor



como mediador.

Embora não seja um processo simples, a Alfabetização Científica pode ser estimulada em espaços que propiciem a reflexão sobre ciência e tecnologia, além do ambiente escolar (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; PALMIERI; SILVA; LORENZETTI, 2017). A aprendizagem da ciência não se restringe à escola, apesar de ser a principal instituição para a qual essa responsabilidade foi delegada. Outros espaços e atividades não escolares também desempenham um papel significativo nesse processo e no desenvolvimento de metodologias de ensino inovadoras. Dentre estes espaços e atividades, as oficinas temáticas tem sido uma prática frequente no ensino de Química (KÖHLER, 2011; PAZINATO; BRAIBANTE, 2014), que tem como principais características pedagógicas:

Utilização da vivência dos alunos e dos fatos do dia-a-dia para organizar o conhecimento e promover aprendizagens. Abordagem de conteúdos da Química a partir de temas relevantes que permitam a contextualização do conhecimento. Estabelecimento de ligações entre a Química e outros campos de conhecimento necessários para se lidar com o tema em estudo. Participação ativa do estudante na elaboração de seu conhecimento (MARCONDES, 2008, p. 68-69).

A oficina temática se constitui como um espaço em que é possível trabalhar metodologias e propostas de ensino fundamentadas na pesquisa em ensino de Química visando à Alfabetização Científica. Pela possibilidade de ser desenvolvida em espaços não-escolares, o desenvolvimento das atividades não é limitado pelo tempo de duração das aulas. Outro aspecto positivo da oficina é a participação voluntária, assim, a maioria das pessoas já possui um interesse prévio pelas temáticas tratadas (DIAS, 2016).

A Química Forense, por exemplo, é um tema que desperta a curiosidade das pessoas, pois frequentemente é abordado em séries, filmes e em notícias de crimes com repercussão. Para além do apelo midiático, o estudo do tema pode abranger discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, uma vez que, nas ciências forenses, se utilizam de conhecimentos científicos e tecnológicos para apurar situações diversas visando à justiça. O desenvolvimento científico e tecnológico impacta diretamente nessas situações como, por exemplo, nos crimes, tornando-os mais complexos e sofisticados, demandando uma ação interdisciplinar, permeada por aspectos éticos (BARROS, et al., 2021). O tema também pode ser explorado nas perspectivas políticas, econômicas e sociais, não só no que se refere às motivações e



contextos dos crimes, mas, também, nos interesses das investigações.

Nesse contexto, o objetivo deste artigo é discutir o desenvolvimento de atividades na abordagem do tema “Química Forense” em uma oficina temática e analisar suas possíveis contribuições para o processo de Alfabetização Científica e aprendizagem em Química dos participantes.

DESENVOLVIMENTO DA OFICINA

A Oficina de Química Forense foi elaborada no âmbito do projeto de extensão Oficinas temáticas sobre Química e cidadania, da Universidade Federal de São Carlos, campus Araras. O projeto visa a elaborar e oferecer à comunidade em geral oficinas que relacionem conhecimentos químicos a temáticas pertinentes ao desenvolvimento da cidadania. As oficinas foram realizadas no espaço da própria universidade e eram abertas a todas as pessoas interessadas em participar, mediante inscrição prévia realizada por meio da internet, em formulário do Google Forms. A divulgação foi feita, principalmente, nas redes sociais Facebook e Whatsapp e por e-mail.

A elaboração da Oficina foi inspirada nos trabalhos de Silva e Rosa (2013) e Cruz *et al.* (2016). Após as apresentações e considerações iniciais, foi exibido o vídeo “Tudo se Transforma, História da Química, Química Forense” (2011), que aborda aspectos históricos da Química Forense, algumas técnicas utilizadas e casos em que as investigações e o julgamento do crime tiveram diferentes interpretações, como nos estudos sobre a morte de Napoleão Bonaparte e o caso do ex-jogador de futebol americano Orenthal James Simpson.

Após a exibição do vídeo, discutiu-se sobre as possibilidades de contaminação da cena do crime e a importância da preservação das evidências e dos cuidados durante a manipulação de provas. Esses cuidados deveriam também ser tomados pelos participantes das oficinas. Alertados sobre os cuidados e sobre os procedimentos experimentais a serem realizados, os participantes eram divididos em até quatro grupos. Cada grupo visitou, separadamente, a cena de crime simulada, onde deveriam coletar amostras para investigação do caso. Além de analisarem as amostras coletadas na cena de crime, os grupos deveriam analisar as amostras relacionadas a quatro suspeitos para comparação.

A cena do crime simulada continha a demarcação do corpo feita com fita



crepe, um porta-retratos, uma agenda e as amostras que seriam coletadas por cada grupo: pedaços de papel com mensagem secreta e com digitais, foto da vítima com o criminoso, saquinhos plástico com amostras de fruta e pedaços de papel de filtro com uma bolinha pintada de canetinha hidrocor preta.

As amostras dos suspeitos, indicadas pelas letras A até P, eram da mesma natureza, mas com características distintas, e estavam disponíveis para os grupos em uma mesa no laboratório. As amostras A, B, C e D eram saquinhos com pedaços de frutas diferentes, que variavam conforme disponibilidade da época (exemplo: A = banana; B = morango; C = kiwi; D = abacate = amostra da cena do crime). As amostras E, F, G e H eram pedaços de papéis de filtro de café com bolinhas nas cores amarela, vermelha, verde e azul, respectivamente. As amostras I, J, K e L eram pedaços de papéis com diferentes digitais (uma delas igual à da cena de crime). As amostras M, N, O e P eram pedaços de papéis com mensagem secreta em diferentes caligrafias.

Enquanto um dos grupos visitava a cena de crime para coleta das evidências, os demais grupos escolhiam e analisavam as amostras dos suspeitos, conforme orientações da equipe do projeto e de roteiros experimentais. Apesar da disponibilidade e uso do laboratório na universidade, todos os materiais utilizados foram de fácil acesso e de baixo custo. A seguir, será descrito cada um dos procedimentos realizados para análise das amostras.

EXTRAÇÃO DE DNA

As frutas coletadas na cena do crime representavam vestígios de DNA do criminoso. Depois da coleta dessas evidências, os grupos deveriam fazer a extração do DNA de cada amostra e comparar com as amostras dos suspeitos. Embora as amostras pudessem ser comparadas antes de qualquer procedimento, considerando apenas a coloração e consistência das amostras de frutas, o experimento foi proposto como forma de abordar os conceitos químicos envolvidos e criar o contexto lúdico da oficina. Os procedimentos realizados foram semelhantes aos propostos por Lima e Fraceto (2007), no entanto os materiais de laboratório foram substituídos por copinhos, colheres e peneiras de plástico.

CROMATOGRAFIA



Tiras de papéis de filtro de café com uma bolinha de diversas cores foram submetidos aos procedimentos da cromatografia em papel (LISBÔA, 1998), que consistiu na imersão de uma das extremidades das tiras em copo com álcool etílico 96 GL. De acordo com a diferença de interação entre o álcool etílico (fase móvel), as substâncias presentes na tinta da caneta hidrocor e o papel de filtro (fase estacionária), as separações dos pigmentos puderam ser observadas. Como as bolinhas dos papéis de filtro encontrados na cena de crime eram pretas e os papéis das amostras dos suspeitos eram de outras cores, a separação dos pigmentos foi necessária para as comparações e correlações necessárias.

REVELAÇÃO DE DIGITAIS

Alguns dos papéis coletados na cena do crime e relacionados aos suspeitos possuíam impressões digitais. Os participantes deveriam aplicar nos papéis um “pó revelador”, com o auxílio de um pincel, para revelar as digitais. O “pó revelador” é composto por fuligem de vela, esponja de aço queimada e amido de milho (WIKIHOW, 2022). As digitais coletadas na cena do crime eram compatíveis apenas com a amostra de um dos suspeitos.

DESVENDANDO MENSAGEM SECRETA

Em um dos pedaços de papel coletados na cena do crime, havia uma mensagem escrita com suco de limão e a cada um dos suspeitos fora designadas diferentes caligrafias. Os grupos deveriam revelar os textos nos pedaços de papel e analisar a compatibilidade da caligrafia da mensagem na cena do crime com a caligrafia dos suspeitos. Para revelar os textos, até então invisíveis aos olhos, era necessário aproximar o papel da chama de uma vela (MANUAL DO MUNDO, 2008).

Após a realização dos experimentos, as amostras “analisadas” por cada grupo eram devolvidas à mesa e identificadas com as letras correspondentes para que todos os participantes pudessem observar e comparar com as evidências coletadas anteriormente. Assim, cada grupo identificava quatro letras correspondentes a quatro amostras semelhantes às encontradas na cena



do crime.

Cada experimento foi discutido abordando-se os conceitos e processos químicos envolvidos, de forma bastante interativa, oportunizando a participação de todos. Após esclarecimentos de eventuais dúvidas, os participantes foram questionados: “Através das análises e comparação com as amostras dos suspeitos, quem seria o autor do crime?”. A seguir, as imagens dos quatro suspeitos, com suas respectivas sequências de letras correspondentes às suas amostras, foram apresentadas para identificação do responsável pelo crime. Ao conseguirem identificar o suspeito, os participantes, em todas as turmas, demonstraram entusiasmo, mas eram surpreendidos por uma nova questão: “*como a vítima morreu?*”.

De fato, os procedimentos realizados até o momento não permitiam que os participantes respondessem à questão de forma fundamentada, mas apenas baseados em suposições. Todas as suposições eram discutidas antes da apresentação da seguinte questão: “será que todas as evidências foram notadas?”. Diante disso, os participantes foram convidados a retornar à cena de crime simulada, mas, desta vez, com o uso de uma “luz negra adaptada”, com o propósito de encontrar outras evidências.

CONSTRUÇÃO DE LUZ NEGRA CASEIRA

A luz negra foi produzida utilizando várias camadas de fita adesiva transparente pintada com caneta permanente azul posicionadas em cima da lanterna dos celulares dos participantes (MANUAL DO MUNDO, 2015). Ao retornarem à cena do crime, desta vez com a sala escura, todos os participantes com as lanternas dos celulares acesas encontraram um rastro de material luminescente que levava a uma faca, a arma do crime. O rastro foi feito com oxalato de fenila e corante, mistura retirada das pulseiras *lightstick* (CRUZ *et al.*, 2016).

Após a discussão sobre o funcionamento da luz negra e como esta possibilitou a revelação do rastro, foram discutidas as seguintes questões: Conhecimentos científicos são suficientes para desvendar os crimes? Outros aspectos interferem nas investigações? Na maioria das turmas, os participantes indicaram limitações da ciência para desvendar as ocorrências em sua totalidade, a necessidade dos depoimentos para esclarecer algumas situações e a possível influência de fatores econômicos e políticos. Com o



intuito de aprofundar o debate sobre estas questões, foi exibido um documentário sobre as mortes de Paulo César Farias e Suzana Marcolino na década de 90 (FOLHA DE SÃO PAULO, 2016). O vídeo mostra o contexto político em que as mortes ocorreram e as investigações realizadas ao longo de mais de uma década, que sofreram diversas interferências como falta de dados, diferentes interpretações das evidências e a inserção de novas informações no processo. Deste modo, buscou-se relacionar o tema forense com o contexto político e social nacional.

Ao final das oficinas, os participantes foram convidados a responder um questionário com o intuito de avaliar as atividades desenvolvidas e suas possíveis contribuições para a formação. A análise das respostas obtidas foi realizada qualitativamente, conforme pressupostos de categorização *a posteriori* da Análise do Conteúdo (BARDIN, 2018). A aplicação do questionário permitiu a obtenção de dados sobre o perfil dos participantes e sobre as contribuições e limitações da oficina na perspectiva da Alfabetização Científica e Ensino de Química. Na apresentação e discussão dos resultados, quando necessário, os participantes (91 no total) foram indicados pela letra P e um número, garantindo seu anonimato. A idade dos participantes variou de 13 a 60 anos, sendo que a grande maioria, 53% e 29%, encontrava-se na faixa de 18 a 25 anos e 15 a 17 anos respectivamente; 57% eram estudantes do Ensino Superior e 34% estudantes do Ensino Médio.

POTENCIALIDADES PARA O ENSINO DE QUÍMICA E PARA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

A simulação de um crime a ser desvendado pelos participantes promoveu uma abordagem contextualizada e investigativa. Para Carvalho (2013), o ensino baseado na proposição de problemas promove condições para que os estudantes possam raciocinar e construir seu próprio conhecimento, principalmente quando o problema inclui atividades manipulativas como os experimentos realizados nas oficinas. Isso permitiu que o processo de ensino-aprendizagem partisse de fenômenos macroscópicos, observados pelos participantes tanto na cena de crime quanto nos procedimentos realizados no laboratório, para, depois, tratar de fenômenos e explicações em nível microscópico, mais abstrato.

Uma das dificuldades dos estudantes no ensino de Química está na transição entre os níveis macroscópico, microscópico e representacional do



conhecimento químico. A superação dessa dificuldade pode ser promovida oportunizando que, primeiro, os conceitos no nível macroscópico façam sentido para os estudantes, para que, depois, os modelos explicativos microscópicos possam ser manuseados e utilizados (TABER, 2013). Nesse sentido, o uso do primeiro vídeo e da apresentação da situação problema relacionada ao crime, logo no início da oficina realizada, promoveu a sensibilização dos participantes para o tema por meio de uma abordagem macroscópica que permaneceu durante a realização dos experimentos. Após os experimentos, os participantes foram estimulados a refletirem sobre o que realizaram, a entenderem o porquê dos fenômenos observados e, ainda, a relacionarem as diferentes variáveis e dados obtidos para a resolução do problema inicial. Os questionamentos e explicações realizados após as atividades experimentais permitiram evidenciar os demais aspectos do conhecimento químico. O nível microscópico ou submicroscópico foi contemplado nas explicações sobre interações intermoleculares e as representações (ou nível simbólico) foram contempladas nos desenhos e fórmulas das moléculas, por exemplo, a estrutura do DNA.

Além desses aspectos, por meio das discussões sobre os vídeos exibidos, buscou-se abordar aspectos políticos, históricos e sociais relacionados à Química Forense. Evidenciou-se como as formas pelas quais os crimes são interpretados podem ser influenciadas pelo conhecimento científico, por interesses financeiros, pela forma com que as provas foram coletadas ou analisadas e, ainda, pelo contexto político da época. Embora não tenham sido aprofundadas nas oficinas, estas relações são frutíferas para discussões acerca da natureza da ciência, essenciais na perspectiva da Alfabetização Científica.

O planejamento de forma fundamentada na pesquisa em ensino de Química aumenta as possibilidades de sucesso durante a execução das atividades, uma vez que se orientam por processos já estudados e discutidos em outros contextos. Todos os participantes, em resposta ao questionário, indicaram aspectos positivos do desenvolvimento da oficina. A forma de organização das oficinas foi destacada nas respostas de 43% dos participantes. Para eles, as oficinas foram estruturadas de forma comprometida com os processos de ensino e aprendizagem, o que os levou a considerarem *“didática”* (P28; P34; P40; P48). Para outros participantes, *“a dinâmica da atividade foi bem pensada”* (P74), *“foi bem dinâmica, explicativa e bem elaborada”* (P44). Esse comprometimento envolveu os estudantes nas atividades propostas. *“A participação da oficina foi bem didática, deixando seus alunos dispostos a realizarem os experimentos e [esclarecerem] dúvidas”* (P26).

A importância da abordagem temática também foi percebida pelos



participantes. A oficina contribuiu para *“entender o quanto a Química se torna mais interessante quando alicerçada em temáticas”* (P38). Por um lado, em decorrência da contextualização e articulação entre teoria e prática, a abordagem da Química foi diferenciada em relação àquela muitas vezes realizada nas disciplinas de Química. *“Tudo o que foi apresentado foi muito interessante. A oficina me ajudou a enxergar a Química de um outro ângulo”* (P82). Um dos participantes (P9), estudante de ensino médio, justificou ter gostado da oficina porque *“nunca tinha chegado a praticar os experimentos”*. Esta resposta pode indicar a frequência com que os experimentos são feitos de forma demonstrativa ou, ainda, a falta da abordagem experimental nas aulas de Química. Por outro lado, as atividades desenvolvidas foram relacionadas a outras vivenciadas na escola ou universidade. A construção da luz negra com o celular contribuiu para a formação do participante (P28), estudante do ensino superior; segundo ele: *“estou tendo aula dessa matéria (a luz emitida quando um elétron salta de um nível para o outro)”*.

Apenas um participante conhecia todos os experimentos e atividades desenvolvidos, enquanto 79% (72 participantes) conheciam parte deles. Para 19% dos participantes, os experimentos e atividades foram novidade. Esses dados reforçam o papel desempenhado pela atividade de extensão na aprendizagem e ampliação cultural da comunidade atendida.

Todos esses aspectos relacionados à forma pela qual o tema foi abordado reforçou o interesse que supostamente os participantes já tinham pela Química Forense, considerando a participação voluntária. Consequentemente, promoveu a aprendizagem, conforme indicam as respostas de 35% dos participantes. Para o participante (P20), *“A oficina foi importante para ampliar meu conhecimento na área forense, além de contribuir para conceitos químicos que eu não tinha conhecimento”*.

Parte representativa dos participantes foram licenciandos, o que explica outra característica da oficina destacada nas respostas aos questionários (20%), referente à possibilidade de reproduzi-la facilmente no contexto escolar, pois aborda conteúdos escolares de Química, os procedimentos podem ser realizados por estudantes de diversos níveis de ensino e os materiais utilizados possuem baixo custo e são de fácil acesso. De fato, a oficina foi adaptada para o contexto escolar por alguns licenciandos durante as atividades de regência no estágio supervisionado do curso de Licenciatura em Química (KEMCZINSKI, et al., 2018), e, também, no contexto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Isso revela a contribuição de atividades de extensão dessa natureza, que abrangem ensino e pesquisa, nos cursos de



licenciatura para a formação docente. Nas palavras de alguns dos licenciandos, no questionário: *“o que aprendi e vi hoje com certeza irá ajudar quando eu me tornar professor”* (P78); *“A temática e as atividades realizadas ajudam na formação como professor, dando base para ações semelhantes em sala de aula”* (P67); *“Em todo momento fiquei pensando em como aplicar esta atividade na escola, pois é uma forma de envolver a interdisciplinaridade. Por isso contribuiu na forma de pensar práticas em sala de aula”* (P65).

Em relação ao processo de Alfabetização Científica, foram consideradas as quatro perspectivas apresentadas anteriormente no processo de elaboração da oficina. Na perspectiva da Alfabetização Científica Cívica, os conhecimentos acerca do funcionamento das investigações e dos fatores que as interferem podem contribuir para sua interpretação e compreensão. Crimes de grande repercussão geralmente suscitam discussões e manifestações, principalmente na mídia e em redes sociais, requerendo um posicionamento das pessoas. Com a apresentação e debates envolvendo investigações de casos reais, procurou-se contemplar aspectos sociais, políticos, culturais, entre outras. Neste sentido, a oficina abordou *“o que realmente interfere numa investigação”* (P42). Dois participantes relacionaram o que foi abordado com o que, geralmente, é apresentado pela mídia, ressaltando as contribuições da oficina nessa perspectiva. Nas respostas dos participantes, a oficina *“mostrou coisas nas quais apenas se vê por TV”* (P6); *“eu aprendi bastante coisa que eu não sabia, que via na televisão e tinha vontade de entender sobre”* (P43).

Os crimes e, conseqüentemente, sua investigação fazem parte da história da humanidade. Assim, a abordagem da importância da Química Forense e de seus aspectos históricos contribui na perspectiva da Alfabetização Científica Cultural. Na oficina, isso foi contemplado discutindo o desenvolvimento histórico da ciência e da tecnologia que proporciona, dentre outros aspectos, o aperfeiçoamento das investigações, como é o caso das diferentes interpretações existentes sobre a morte de Napoleão Bonaparte. As atividades realizadas auxiliaram os participantes a construir uma noção sobre o funcionamento das investigações, a perceberem *“sua importância para a sociedade”* (P18), *“o quanto são importantes determinadas áreas e o quanto é difícil solucionar casos”* (P19).

As atividades práticas desenvolvidas durante a oficina para encontrar o criminoso, que compreenderam técnicas de análise utilizadas na Química Forense, contribuíram para a Alfabetização Científica na perspectiva prática. Os participantes puderam compreender os procedimentos de análise e a interpretação de fenômenos, baseando-se em conhecimentos químicos como



DOI: 10.12957/e-mosaicos.2022.53907

separação de misturas e interação entre partículas, conforme mencionado anteriormente.

Para que a escolha por uma carreira profissional possa ser realizada de forma fundamentada, é necessário que se conheça sobre ela. A divulgação da Química forense por meio das oficinas realizadas contribuiu para o processo de Alfabetização Científica Profissional, pois possibilitou aos participantes construir uma ideia sobre a carreira na área, não só da Química Forense, quando de outras áreas da Química. A perspectiva profissional foi percebida pelos estudantes de ensino médio e técnico que participaram da oficina. Por já se interessarem pela Química ou, mais especificamente, pela Química Forense, esses estudantes viram na oficina uma oportunidade de conhecer melhor a área, desenvolvendo atividades na universidade. Como pode ser observado nas respostas dos estudantes, *“a oficina me ajudou muito com experiência e na decisão de qual carreira levar para minha vida”* (P62); *“Aumentou meu interesse em cursar Química”* (P02); *“Ela mostrou qual a área com a Química que eu quero ir”* (P07); *“Esclareceu minhas dúvidas sobre a área. / me ajudou a decidir o curso para uma graduação e entender como atuam os profissionais nessa área”* (P08).

Além das quatro perspectivas apresentadas, Sasseron e Carvalho (2011) apontam, em seu trabalho de revisão da literatura, três eixos norteadores para propostas que objetivem a Alfabetização Científica: i) “compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais”; ii) “compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática” e iii) “entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente”. Cabe ressaltar que o olhar das autoras é para o Ensino Fundamental, no entanto, considerando os eixos apresentados, sua relevância para temática e a ausência de outros trabalhos semelhantes que enfatizem outros momentos de aprendizagem, esses eixos constituíram outros critérios para a avaliação da oficina desenvolvida, complementando as perspectivas cívica, cultural, prática, econômica e profissional, já que foi elaborada para o público em geral, contemplando pessoas de diversas idades e formação.

Assim, os eixos apontados por Sasseron e Carvalho (2011) foram contemplados, visto que a abordagem das técnicas utilizadas nas análises dos crimes, bem como as práticas realizadas em laboratório, proporcionou compreensão de termos, conhecimentos e conceitos científicos básicos da temática. Segundo um dos participantes, *“Aprendi técnicas conhecidas e cotidianas, como a cromatografia, que antes era apenas teoria/superficial”*



(P89). O segundo eixo - compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática - aproxima-se da perspectiva da Alfabetização Científica Cultural discutida anteriormente. Em relação ao terceiro eixo, entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente, as atividades desenvolvidas possuem potencialidade para aprofundamento das discussões acerca das influências dos conhecimentos científicos e das tecnologias no processo de investigação em determinada época. O desenvolvimento das tecnologias e da ciência permite que diferentes técnicas e procedimentos sejam realizados ao mesmo tempo em que também influenciam a forma e os motivos pelos quais os crimes são cometidos. Os vídeos utilizados apresentam informações que podem subsidiar essas discussões, no entanto, diante do tempo da oficina e do fato de nem todos os participantes se sentirem à vontade para falarem com todos os demais - discutindo mais ativamente nos grupos menores - estas questões foram abordadas brevemente.

Baseadas nesses eixos, Sasseron e Carvalho (2008) apontam, também, indicadores do processo de Alfabetização Científica. Os indicadores são organizados em três grupos: i) “trabalho com dados obtidos - seriação, organização e classificação de informações”; ii) “estruturação do pensamento - raciocínio lógico e proporcional” (relação entre variáveis) e iii) “procura de entendimento da situação analisada - levantamento e teste de hipóteses, justificativa, previsão e explicação”. Por meio da análise das atividades e da atuação dos participantes, é possível identificar esses indicadores no desenvolvimento da oficina. A coleta de evidências na cena do crime, os procedimentos experimentais e a comparação dos resultados obtidos possibilitaram aos participantes seriar, organizar e classificar as informações com o intuito de descobrir as características do criminoso e identificá-lo entre os suspeitos apresentados, estimulando, também, o raciocínio lógico. Além disso, diversas discussões foram observadas entre os grupos que procuravam entender o que teria ocorrido na cena do crime. As discussões foram baseadas nas evidências, possíveis interferências na cena do crime e nas diferentes interpretações que cada participante teve, evidenciando a estruturação do pensamento.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na criação da oficina, buscou-se levar em consideração as características do conhecimento químico e as principais orientações dos resultados da Pesquisa em Ensino de Química para a superação das dificuldades nos processos de ensino e aprendizagem, assim como os pressupostos da Alfabetização Científica. O envolvimento dos participantes e as análises das respostas obtidas por meio do questionário indicaram que esses objetivos foram alcançados. No entanto, destaca-se que o intuito das oficinas é estimular a reflexão sobre as temáticas tratadas, o processo de Alfabetização Científica e o aprendizado em Química, trazendo contribuições nesse sentido para a formação dos participantes. Não era pretensão que esses processos fossem concluídos nas poucas horas de duração das atividades. O ensino de Química escolar e outros espaços e ações de divulgação e educação científica são imprescindíveis nesse contexto.

Além dos resultados esperados já no processo de elaboração da oficina, respaldados pelos referenciais utilizados nesse momento, destacam-se as contribuições para a formação de professores. Licenciandos e professores que participaram da oficina conceberam as atividades como uma possibilidade para a sala de aula, seja pela abordagem contextualizada de conceitos ou pela fácil reprodução dos experimentos em escolas que não possuem laboratórios.

As oficinas temáticas constituem uma forma efetiva de articulação entre a pesquisa, o ensino e a extensão. Por um lado, na experiência relatada, a pesquisa em ensino de ciências e em ensino de Química subsidiou toda a elaboração da proposta como abordado anteriormente. Por outro lado, conhecimentos também têm sido gerados a partir da pesquisa sobre as oficinas realizadas. A possibilidade de desenvolver as oficinas na universidade, aberta ao público geral, aproxima a universidade e a comunidade, não apenas no sentido de divulgação científica, mas, sobretudo, estabelecendo diálogo e construindo novos conhecimentos. Além do caráter educativo das atividades, o ensino também foi contemplado quando houve o envolvimento ativo de alguns estudantes de graduação em todo o processo, desde a criação do projeto, a regência da oficina até o envio dos certificados aos participantes.



DOI: 10.12957/e-mosaicos.2022.53907

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 5ª edição, 2018. 288p.
- BARROS, F.; KUHNEN, B.; SERRA, M. C.; FERNANDES, C. M. S. Ciências forenses: princípios éticos e vieses. *Revista Bioética*, v. 29, n. 1, p. 55-65, 2021.
- CARVALHO, A. M. P. *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CRUZ, A. A., RIBEIRO, V. G., LONGHINOTTI, E., MAZZETTO, S. E. A Ciência Forense no Ensino de Química por Meio da Experimentação Investigativa e Lúdica. *Química Nova na Escola*, v.38, n.2, p.167-172, maio, 2016.
- DEBOER, G. E. Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, v.37, n.6, p.582-601, 2000.
- DIAS, A.C. *Química, consumismo e cosmético: uma oficina temática com abordagem CTS*. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Araras-SP, 2016.
- FOLHA DE SÃO PAULO. *PC Farias, 20 anos: O crime que abalou o país*. 2015. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/tv/poder/2016/06/1783323-o-crime-que-abalou-o-pais.shtml>>. Acesso em: julho, 2016.
- FOUREZ, G. *Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Trad. E. G. Sarría. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 2005. 256p.
- JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry - logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, v.1, n.1, p. 9 - 15, 2000.
- KEMCZINSKI, A. R.; DO NASCIMENTO, J. U.; ORTOLANI, T. S.; ROCHA, V. M.; FURLAN, E. G. M.; MILARÉ, T. Atividades investigativas: a formação de professores no contexto da EJA. *Crítica Educativa*. v. 3, n. 3, p. 214-229, 2018.
- KÖHLER, R. C. O. *A Química da estética capilar como temática no ensino de Química e na capacitação dos profissionais de beleza*. 2011. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2011.
- LIMA, R.; E FRACETO, L. F. Abordagem Química na extração de DNA de Tomate. *Química Nova na Escola*, n.25, maio, p.43-45, 2007.
- LISBÔA, J. C. F. Investigando tintas de canetas utilizando cromatografia em papel. *Química Nova na Escola*. n.7, maio, p.38-39, 1998.
- LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científica no contexto das séries



DOL: 10.12957/e-mosaicos.2022.53907

iniciais. *Ensaio*, v.3, n.1, jun., 2001.

MANUAL DO MUNDO. *Como fazer luz negra caseira usando celular*. 2015. Disponível em: <<http://www.manualdomundo.com.br/2015/01/como-fazer-luz-negra-caseira-usando-celular/>>. Acesso em: abril, 2016.

MANUAL DO MUNDO. *Carta secreta com limão*. 2008. Disponível em: <<http://www.manualdomundo.com.br/2008/07/carta-secreta-com-limao/>>. Acesso em: abril, 2016.

MARCO, B. La alfabetización científica. In: PERALES, F.; CANAL, P. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Alcoy: Marfil, 2000. p.141-164.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. *Revista em extensão*, v. 7, p.68-69, 2008.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P. História e compreensões da Alfabetização Científica e Tecnológica. In: MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; LORENZETTI, L.; ALVES-FILHO, J. P. *Alfabetização científica e tecnológica na educação em ciências: fundamentos e práticas*. São Paulo: Editora da Física, p. 19-46, 2021.

PALMIERI, L. J.; SILVA, C. S.; LORENZETTI, L. O enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade como promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica em Museus de Ciências. *ACTIO*, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 21-41, jul./set. 2017.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. Oficina temática composição química dos alimentos: Uma possibilidade para o ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v.36, n.4, p.289-296, nov. 2014.

WIKIHOW. *Como Fazer um Pó Para Impressões Digitais*. 2022. Disponível em: <<https://pt.wikihow.com/Fazer-um-P%C3%B3-Para-Impress%C3%B5es-Digitais>>. Acesso em: junho, 2022.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em ensino de ciências*, v.16, n.1, p.59-77, 2011.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.13, n.3, 2008.

SILVA, P. S; ROSA, M. F. Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de Química. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v.6, p.148-160, 2013.

TABER, K. S. Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, v.14, p.156-168, 2013.



DOI: 10.12957/e-mosaicos.2022.53907

TALANQUER, V. Macro, Submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Educacion*, v.33, n.2, p.179-195, 2011.

Tudo se Transforma, História da Química, Química Forense. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: PUC, 2011. 13 min. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=KnwxyBORQkl> >. Acesso em: junho, 2022.

Recebido em 20 de agosto de 2020

Aceito em 5 de julho de 2022



A e-Mosaicos Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ) está disponibilizada sob uma Licença [Creative Commons - Atribuição - NãoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Os direitos autorais de todos os trabalhos publicados na revista pertencem ao(s) seu(s) autor(es) e coautor(es), com o direito de primeira publicação cedido à e-Mosaicos.

Os artigos publicados são de acesso público, de uso gratuito, com atribuição de autoria obrigatória, para aplicações de finalidade educacional e não-comercial, de acordo com o modelo de licenciamento *Creative Commons* adotado pela revista.