

CRIME NA MANSÃO: UMA OFICINA INVESTIGATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA

CRIME AT THE MANSION: AN INVESTIGATIVE WORKSHOP ON CHEMISTRY TEACHING

Renan Vilela Bertolin

Universidade Federal de São Carlos, renanvile@hotmail.com

Caroindes Julia Corrêa Gomes

Universidade Federal de São Carlos, caroindes@gmail.com

Resumo

Este trabalho apresenta o desenho e as respectivas reflexões a respeito de uma experiência didática de elaboração de uma oficina investigativa, realizada com estudantes das séries do Ensino Médio de uma escola pública no interior do estado de São Paulo. A oficina “Investigações em Química” teve por objetivo proporcionar vivências com a experimentação, possibilitar a reflexão sobre o fazer ciência e o agir científico, incentivar a interpretação e a escrita, a construção de conhecimentos necessários à resolução da situação-problema e a argumentação, permitindo o desenvolvimento conceitual, atitudinal, procedimental e uma formação crítica dos(as) estudantes. Embora com poucas experiências em investigações, os(as) estudantes alcançaram os objetivos e se envolveram ativamente nos processos no decorrer das atividades. Um momento importante da oficina foi dar voz aos(as) estudantes para que refletissem sobre suas próprias aprendizagens, pois ao dar voz também é possível traçar novas metas e caminhos para as atividades escolares cotidianas.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Ensino Médio. Experimentação Investigativa. Química Forense. Ácidos e Bases.

Abstract

This paper presents the design and reflections about a didactic experience of elaborating an investigative workshop, conducted with High School students from a public school in the countryside of São Paulo state. The workshop “Investigations in Chemistry” aimed to provide experiences with experimentation, enable reflection on doing science and scientific action, encourage interpretation and writing, the construction of knowledge necessary to solve the problematic situation and argumentation, allowing the conceptual, attitudinal, procedural development and a critical formation of the students. Although with little research experience, students achieved the objectives and were actively involved in the processes throughout the activities. An important moment of the workshop was to give students a chance to students reflect on their own learning, as by listening to them it is also possible to set new goals and paths for daily school activities.

Keywords: Science Education. High School. Investigative Experimentation. Forensic Chemistry. Acids and Bases.

Introdução

Das múltiplas abordagens e estratégias para o Ensino de Ciências, a experimentação vem despertando o interesse de estudantes e professores(as) nos diversos níveis e modalidades de ensino, sendo considerada um recurso que auxilia no desenvolvimento de conceitos fundamentais para a Química (HARTWIG; FERREIRA, 2010). Segundo Guimarães (2009), “no ensino de ciências, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação” (p. 198).

Nessa perspectiva, é importante que o ensino por meio de atividades experimentais seja conduzido de forma a atingir objetivos pedagógicos claros, que por sua vez, estão inseridos em um projeto educacional (HARTWIG; FERREIRA, 2010) que vise não a transmissão e a memorização de conceitos, mas a formação de um(a) cidadão(ã) crítico(a) e participativo(a), já que a simples realização de experimentos não implica na melhoria do Ensino de Ciências (ZANCUL, 2008). Desse modo, é preciso que o(a) professor(a) compreenda que o ensinar é o resultado da interação entre educador(a) e educando(a) e constitui o cerne dos processos de ensino e aprendizagem por meio da experimentação (HARTWIG; FERREIRA, 2010).

Além dos objetivos, faz-se importante ampliar o entendimento sobre o laboratório, pois diversos espaços formais e não formais são potenciais para a realização de práticas experimentais. Muitos professores(as) não utilizam a experimentação pelo medo do inesperado e, por isso, sugerimos que “o professor procure vencer os obstáculos, buscando apoio para fundamentar a realização de atividades experimentais” (ZANCUL, 2008, p. 67), uma vez que é importante propiciar situações individuais e coletivas de construção de conhecimentos que levem a novos questionamentos e novas aprendizagens.

A oficina “Investigações em Química”, proposta e executada por nós, professor e professora de Química de uma escola pública do interior do estado de São Paulo, teve por objetivo proporcionar aos(as) estudantes a reflexão sobre a ciência e o agir científico, a vivência com a experimentação investigativa e a argumentação, buscando-se o desenvolvimento conceitual, atitudinal, procedimental e a formação crítica. No tópico seguinte, apresentaremos os referenciais teóricos que respaldaram a criação e a realização das atividades propostas. Em seguida, serão expostas as etapas da oficina, assim como os resultados obtidos e, finalmente, a reflexão dos(as) próprios(as) estudantes sobre o impacto de atividades experimentais investigativas em suas formações.

A Experimentação no Ensino de Ciências

A respeito das possíveis contribuições das atividades experimentais na aprendizagem de conceitos científicos, Oliveira (2010) sintetizou várias dessas

contribuições, como por exemplo, motivar e despertar a atenção dos(as) estudantes, desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo e estimular a criatividade para aprender conceitos científicos. Dessa maneira, devemos ressaltar que o enfoque dado à atividade experimental é dependente dos objetivos propostos inicialmente que, por consequência, decorrem da concepção que o(a) professor(a) possui de como se aprende e se produz ciências (CAAMAÑO, 1992).

Quanto às abordagens na experimentação, Araújo e Abib (2003) classificaram em três possibilidades: atividades de demonstração, atividades de verificação e atividades de investigação. Nas atividades demonstrativas o foco está em ilustrar fenômenos físicos, tornando-os mais perceptíveis; as atividades de verificação visam validar alguma lei por meio da interpretação de sistemas; e as atividades de investigação permitem a construção do conhecimento por meio de uma postura ativa do(a) estudante (ARAÚJO; ABIB, 2003).

As atividades de investigação apresentam caráter construtivista, pois a aprendizagem dos(as) estudantes fundamenta-se na resolução de uma situação-problema, em que eles(as) são os(as) responsáveis pela proposição e realização de experimentos (OLIVEIRA, 2009). Para Suart (2008) as atividades de investigação são um contraponto às atividades em que os(as) estudantes são meros(as) espectadores(as) e receptores(as) de conceitos e teorias:

Pelo contrário, os alunos participam da resolução de um problema proposto pelo professor ou por eles mesmos; elaboram hipóteses; coletam dados e os analisam; elaboram conclusões e comunicam os seus resultados com os colegas. O professor se torna um questionador, conduzindo perguntas e propondo desafios aos alunos para que estes possam levantar suas próprias hipóteses e propor possíveis soluções para o problema (SUART, 2008, p. 27).

Assim, por meio da participação ativa ocorre o desenvolvimento de habilidades cognitivas (SUART, 2008; SUART; MARCONDES, 2008) e de uma atitude mais favorável em relação à própria ciência (CAMPOS; NIGRO, 1999), conforme destacado também por Azevedo (2004, p. 21):

Para que uma atividade possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não se deve limitar apenas ao trabalho de manipulação e observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica.

As investigações não estão restritas a aprendizagem de conceitos e conteúdos, mas também a aprendizagem de procedimentos e atitudes, que só será efetiva se houver a ação do(a) estudante durante a resolução de um problema (AZEVEDO, 2004). Para Hartwig e Ferreira (2010, p. 232), “o desenvolvimento das habilidades de propor hipóteses, observar, registrar, analisar, tirar conclusões e refletir sobre o próprio conhecimento deveria nortear o planejamento dos experimentos”.

Del Carmen (1987), em um trabalho a respeito da definição, experimentação e avaliação de um novo modelo didático – um dos principais desafios da renovação pedagógica à época – apresentou algumas características básicas de um modelo didático

baseado na investigação. Como pontos-chave o autor destaca o interesse do(a) estudante em querer aprender, assim como a necessidade de os(as) próprios(as) explicarem suas ideias e modelos em relação ao problema. De acordo com o autor, “la formulación de hipótesis será el elemento básico que facilite la construcción de idea y conceptos interpretativos al forzar la coherencia entre lo que se piensa y la objetivación buscada a través de los instrumentos de investigación” (DEL CARMEN, 1987, p. 53). Outro pressuposto básico é que a escolha dos instrumentos e técnicas deve partir dos(as) estudantes, pois esse exercício permite a eles(as) encontrar possíveis problemas e limitações das técnicas escolhidas. A fase final desse modelo é a elaboração e a comunicação das conclusões, que possui papel fundamental na conceitualização e estruturação do conhecimento, pois durante a comunicação com os pares os(as) estudantes são capazes de compreender que os conhecimentos não são elaborados individualmente, mas fruto de um esforço coletivo cujo caminho nem sempre é claro e fácil (DEL CARMEN, 1987). Por fim, o autor destaca a importância do erro, que permite a construção progressiva de verdades aproximadas.

Gil-Perez e Valdés-Castro (1996) elencaram dez pontos fundamentais para as atividades de investigação: i) apresentar situações problemáticas abertas e com nível de dificuldade adequado ao desenvolvimento dos(as) estudantes; ii) favorecer a reflexão dos(as) estudantes sobre a relevância e o possível interesse das situações para dar sentido ao seu estudo e contextualizá-lo; iii) potencializar as análises qualitativas e significativas que ajudem a compreender as situações e a formular perguntas sobre o que se investiga; iv) estabelecer a emissão de hipóteses como atividade central da investigação científica, capaz de orientar o tratamento das situações e explicitar as preconcepções dos(as) estudantes; v) destacar a importância da elaboração dos projetos e planejamento da atividade experimental pelos(as) próprios(as) estudantes; vi) colocar a análise meticulosa dos resultados à luz dos conhecimentos disponíveis, das hipóteses elaboradas e dos resultados de outros(as) investigadores(as); vii) levar em consideração as possíveis perspectivas e contemplar em particular as implicações CTS; viii) insistir na integração do estudo à construção de um corpo coerente de conhecimento e sua relação em outros campos; ix) dar especial importância à elaboração de memórias científicas que possam servir de base para ressaltar o papel da comunicação e do debate e x) potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico, organizando-o em equipes e facilitando a interação entre cada equipe e a atividade científica. Os autores ressaltam que não se trata de uma receita, mas indicações para realizar uma atividade investigativa.

Para Azevedo (2004) algumas etapas são essenciais no desenvolvimento de uma investigação, tais como a proposição de um problema, o levantamento de hipóteses, a elaboração do plano de trabalho, a montagem do arranjo experimental, a coleta e a análise dos dados e a conclusão.

No que diz respeito à elaboração de um problema, Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015) apresentam alguns pontos no qual é preciso atentar-se: as questões não podem levar a respostas como sim ou não; devem ser dadas algumas pistas que estimulem o pensamento do(a) estudante; para questões investigativas é necessária a contextualização (ambiental, social, econômica) do problema de modo a intrigar e deixar o(a) estudante curioso(a); se optar por uma atividade investigativa avaliativa é importante

que seja avaliada a participação dos(as) estudantes e não a obtenção da resposta correta.

Diferentes graus de liberdade ou níveis de abertura são possíveis em investigações e são dependentes do envolvimento de professores(as) e estudantes nas etapas da atividade. Uma primeira proposta de níveis de abertura em atividades de investigação foi proposta por Schwab (1962 citado por JIMÉNEZ VALVERDE; LLOBERA JIMÉNEZ; LLITJÓS VIZA, 2006) por meio de três níveis baseados nas proposições do(a) professor(a), em que a quantidade de intervenções é inversamente proporcional ao grau de abertura.

Herrón (1971) propôs a existência de outros níveis, resultando em uma escala de 0 a 4: demonstração, exercício, investigação estruturada, investigação aberta e projeto. No nível de abertura zero (demonstração) a aprendizagem ocorre por meio da simples transmissão de conhecimentos, ou seja, o experimento consiste na comprovação dos princípios teóricos, ao passo que no nível quatro (projeto), os(as) estudantes realizam uma investigação na qual o problema parte deles(as).

Priestley (1997 citado por JIMÉNEZ VALVERDE; LLOBERA JIMÉNEZ; LLITJÓS VIZA, 2006) propõe uma escala de sete níveis de abertura e define para cada nível os potenciais processos cognitivos. Nessa proposta, os níveis mais baixos exigem processos cognitivos de baixa ordem, enquanto os níveis maiores exigem maior planejamento e desenvolvimento cognitivo.

O papel do(a) professor(a) é muito importante em atividades de investigação e sua função é colocar os(as) estudantes diante de situações-problemas para que assumam uma postura mais ativa frente à construção do próprio conhecimento, modificando a dinâmica de interação em sala de aula (KASSEBOEHMER; GUZZI; FERREIRA, 2012). De acordo com Azevedo (2004), ao propor uma atividade investigativa o(a) professor(a) “deve tornar-se um professor questionador, que argumente, saiba conduzir perguntas, estimular, propor desafios, ou seja, passe de simples expositor a orientador do processo de ensino” (p. 25).

Além de orientador(a) em uma atividade investigativa, é essencial que o(a) professor(a) trabalhe, em momentos anteriores, todos os conceitos e procedimentos experimentais necessários a resolução de um problema (GIL-PÉREZ; VALDÉS-CASTRO, 1996; HARTWIG; FERREIRA, 2010).

Até mesmo de maneira inconsciente os(as) professores(as) podem adotar práticas engessadas e fazer com que várias dificuldades surjam no desenvolvimento de atividades investigativas (ZANON, 2005), mas é preciso compreender que se “ele próprio nunca realizou uma atividade de investigação ou envolveu-se na resolução de uma situação-problema, terá poucos elementos para orientar os estudantes na exploração dos procedimentos” (ZANCUL, 2008, p. 67). Nesse sentido, conforme ressaltado por Hartwig e Ferreira (2010), é importante que os pressupostos pedagógicos sobre a utilização de laboratórios de ensino na universidade sejam revistos, a fim de que os(as) estudantes possam vivenciar durante seu percurso formativo diferentes estratégias didáticas. Também é importante a oferta de cursos de formação continuada que permitam a troca de experiências entre os(as) professores(as) e abordem formas de minimizar a

insegurança e incentivar o planejamento de atividades investigativas em aulas de Ciências.

No Ensino de Química encontram-se diversos trabalhos acerca da utilização da abordagem investigativa no Ensino Fundamental (ZANON, 2005; AZEVEDO; FIREMAN, 2017), no Ensino Médio (KASSEBOEHMER, 2011; GIBIN, 2013; SILVA; VASCONCELOS; AMARAL, 2018), na Educação de Jovens e Adultos (KEMCZINSKI et al., 2017) e no Ensino Superior (GONDIM; MOL, 2007), assim como trabalhos sobre a opinião dos(as) estudantes a respeito do uso de atividades investigativas (GIBIN; FERREIRA, 2014).

No que se refere ao Ensino Médio, geralmente os trabalhos apresentam os resultados de intervenções realizadas por pesquisas de mestrado e doutorado, sendo poucos os que apresentem e discutem as propostas elaboradas por professores(as) da Educação Básica. Portanto, considerando a necessidade da socialização de práticas inovadoras em sala de aula – concebidas e executadas pelos(as) professores(as) – esse trabalho visa compartilhar a experiência didática da elaboração de uma oficina de caráter investigativo realizada no segundo semestre de 2017 em uma escola da rede pública do município de São Carlos/SP.

A oficina “Investigações em Química” teve por objetivos: refletir sobre a natureza científica, abordando o papel das hipóteses, da experimentação e dos modelos na construção do conhecimento; compreender que a ciência se constitui e produz modelos explicativos; estabelecer relações entre o conhecimento químico e o trabalho em investigações criminais; favorecer a tomada de decisão, a elaboração de estratégias, a argumentação e o trabalho coletivo. Consideramos importante que os(as) estudantes participem de atividades investigativas e assumam um “papel ativo na delimitação e no desenvolvimento dessas atividades, o que inclui discussões baseadas em evidências, a considerações de questões sociocientíficas e o aprendizado da natureza e da história da ciência” (VIEIRA; MELO; BERNARDO, 2014, p. 206).

A Oficina “Investigações em Química”

A oficina “Investigações em Química” foi realizada em dois dias da semana no período da tarde (14h às 17h30) – contraturno às aulas regulares dos(as) participantes – com a participação de dez estudantes: sete da 1ª série, um da 2ª série e dois da 3ª série do Ensino Médio.

A ideia e toda elaboração da oficina foi nossa, professores de Química da unidade escolar à época, a fim de possibilitar aos(as) estudantes outras vivências de ensino e aprendizagem, além da criação de um ambiente oportuno para a (re)construção das concepções sobre ciência.

Fizemos o convite aos estudantes na semana anterior à realização da atividade e, após um levantamento de possíveis temas, escolhemos “ácido, bases e pH” e uma abordagem ancorada na relação existente entre a Química, seus conhecimentos e as investigações criminais. As atividades foram planejadas de acordo com os objetivos propostos e variáveis como espaço físico, heterogeneidade da turma, nível dos conhecimentos.

A escola possui o espaço destinado ao laboratório de Ciências, entretanto, na época da realização da oficina ele estava organizado como espaço multimídia: bancadas empilhadas em um canto da sala, armários com poucos reagentes e vidrarias (os mais usuais e sempre trancados) e carteiras enfileiradas. Apesar de estar destinado a outras atividades, decidimos realizar a oficina no local (por meio de agendamento prévio). Cabe ressaltar, que qualquer espaço poderia ser utilizado, pois os experimentos foram feitos com materiais de fácil manipulação e que não ofereciam riscos.

Considerando a heterogeneidade da turma e a não familiaridade com a experimentação investigativa, no primeiro encontro foram trabalhados os conceitos químicos necessários à elaboração das hipóteses para a resolução da situação-problema, além de discussões acerca do fazer ciência e agir científico.

No início do segundo encontro a situação-problema foi exposta, deixando-se alguns minutos para que os(as) estudantes pudessem propor, individualmente, hipóteses para solucioná-la. Após essa reflexão inicial – essencial para que todos(as) se envolvam no processo investigativo e contribuam, de alguma forma, com a sua resolução – os(as) estudantes foram divididos(as) em pequenos grupos para que dialogassem e definissem por consenso a melhor estratégia a ser utilizada, o procedimento experimental para verificação das hipóteses e os materiais/reagentes necessários. Com as estratégias bem definidas, cada grupo executou os testes propostos previamente – e outros discutidos e elaborados no momento – até chegarem a uma conclusão baseada nas evidências científicas encontradas. Finalmente, as equipes defenderam e argumentaram suas hipóteses em um tribunal.

A escolha do tribunal como estratégia didática justificou-se por desafiar os(as) estudantes em suas ações, pois “a construção do discurso argumentativo requer do sujeito a capacidade de relacionar e articular argumentos e posição, por semelhanças ou diferenças, à medida que constrói conceitualizações, generalizações e abstrações” (BARROSO, 2007, p. 102). Para Mortimer e Scott (2002), os(as) estudantes devem engajar-se em atividades dialógicas como participantes ou ouvintes, pois cada estudante precisa ter a oportunidade de trabalhar as novas ideias.

Em resumo, a oficina estruturou-se em três momentos: “O fazer ciência e o agir científico”, com atividades centradas em discussões a respeito da natureza da ciência e o trabalho científico; “Os conhecimentos químicos”, no qual os conceitos científicos necessários à resolução da situação-problema foram trabalhados por meio da experimentação e a “Investigação”. Nos próximos itens os três momentos serão detalhados.

O fazer ciência e o agir científico

Para subsidiar as discussões iniciais da oficina, tomando por base o trabalho de Kosminsky e Giordan (2002), solicitamos aos(as) estudantes que desenhassem as ações do(a) cientista em diferentes dias e horários da semana (segunda-feira às 8h, quinta-feira às 19h e sábado às 15h). Ressaltamos que esses dias e horários foram escolhidos propositalmente para relacionar as atividades profissionais e pessoais do(a) cientista e também possibilitar a reflexão sobre a divulgação científica realizada pelos meios de

comunicação – principalmente em séries, filmes e desenhos assistidos – que abordam a “ciência” e o seu fazer.

A fim de melhor compreender e refletir sobre a construção dos conhecimentos científicos, realizamos a atividade da “Caixa Preta” (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015), na qual quatro objetos diferentes e não repetidos são colocados em uma caixa plástica (de tampa vermelha). Uma segunda caixa (de tampa azul) foi fornecida aos(as) estudantes juntamente com os possíveis objetos que poderiam ou não estar dentro da caixa de tampa vermelha. Fornecemos um tempo para que em grupos discutissem e montassem a segunda caixa (de tampa azul) e orientamos para que a caixa de tampa vermelha não fosse aberta para verificar quais objetos estavam presentes. Os(as) estudantes fizeram a atividade duas vezes, sendo instruídos(as) a terminá-la somente quando todos(as) os(as) integrantes estivessem de acordo.

Para que eles(as) compreendessem as incertezas envolvidas nas atividades científicas, na segunda vez não puderam verificar se os itens colocados estavam corretos, pois a caixa de tampa vermelha não foi aberta ao final da dinâmica, o que causou muita inquietação e curiosidade.

Os possíveis materiais que poderiam ser encontrados dentro da caixa de tampa vermelha eram: borracha, lápis sextavado apontado, lápis redondo não apontado, clipes de papel, chave, moeda e bolinha de gude. Para que os(as) estudantes percebessem a importância da observação paciente e atenciosa durante as investigações científicas, não revelamos a diferença entre o lápis sextavado e o redondo, apenas dissemos que deveriam descobrir, caso existisse um lápis na caixa de tampa vermelha, se o mesmo tinha ou não ponta. Dessa forma, os(as) próprios(as) estudantes precisariam relacionar que somente os lápis sextavados estavam apontados e, quando “rolados” dentro da caixa, produziam sons diferentes daqueles de formato redondo (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015).

Essa prática possibilitou discussões acerca da natureza da ciência e complementou a abordagem e as discussões sobre a representação dos cientistas. Do mesmo modo, estabelecemos várias relações entre o uso da ciência e de seus conhecimentos na sociedade, como por exemplo, em investigações criminais.

Os conhecimentos químicos

Partindo da premissa de que é essencial que o(a) professor(a) trabalhe todos os conceitos científicos necessários a realização de uma atividade investigativa (GIL-PÉREZ; VALDÉS-CASTRO, 1996; HARTWIG; FERREIRA, 2010), os conteúdos necessários à resolução da situação-problema foram abordados por meio do experimento da escala de pH com extrato de repolho roxo (GOUVEIA-MATOS, 1999).

Inicialmente, questionamos os(as) estudantes sobre substâncias ácidas, básicas ou neutras encontradas em suas casas e quais características consideraram para classificá-las dessa forma. Em seguida, discutimos as propriedades das substâncias, o uso do repolho roxo como indicador e a existência de uma escala de pH.

Para que os(as) estudantes observassem o comportamento das substâncias na

presença do extrato de repolho roxo, disponibilizamos água destilada, sabão, açúcar, soda cáustica, ácido clorídrico, sal de cozinha, vinagre, água sanitária, bicarbonato de sódio e suco de limão. Em grupos, classificaram essas substâncias com base em seus conhecimentos, realizaram os testes, anotaram os dados, relacionaram com as ideias prévias e propuseram uma forma de organizá-las em uma escala. As escalas (todas partindo do mais claro para o mais escuro) subsidiaram a construção dos conhecimentos necessários à resolução da situação-problema.

Pressupondo que durante as formações escolares dos(as) estudantes tenha prevalecido uma abordagem tradicional e/ou comportamental de ensino, o caminho metodológico proposto na oficina foi bastante coerente por proporcionar que vivenciassem progressivamente as investigações, os(as) familiarizando com o fazer ciência e o agir científico e desenvolvendo competências atitudinais, como por exemplo, o trabalho cooperativo, a reflexão crítica e a responsabilidade. Embora a experimentação investigativa possa ter sido “novidade” para essa turma, esse exercício constante do pensar, do estabelecer relações, do elaborar hipóteses e de chegar às conclusões é necessário para a etapa de investigação.

Investigação: Crime na Mansão

Entregamos uma situação-problema para cada estudante juntamente com uma lista contendo todos os materiais disponíveis para testar suas hipóteses. Eles(as) deveriam desvendar qual dos cinco convidados ou convidadas (um cozinheiro, um químico, uma dançarina, uma faxineira ou um farmacêutico) de uma festa cometeu o crime: um homem foi assassinado no escritório durante o grande evento.

O texto ainda apresentava algumas informações relevantes: a) os(as) suspeitos(as) foram identificados(as) por uma câmera do corredor de acesso ao local do crime; b) os(as) suspeitos(as) estiveram no local minutos antes do homicídio; c) um líquido com pH igual a 8 foi encontrado próximo ao corpo e d) as roupas dos(as) suspeitos(as) estavam molhadas com substâncias que trabalhavam diariamente (Tabela 1).

Tabela 1: Principais suspeitos(as) e as substâncias que trabalhavam.

Suspeitos	Substâncias
Cozinheiro	Utiliza detergente para lavar a louça.
Dançarina	Tomou um refrigerante soda.
Farmacêutico	Distribuía comprimidos efervescentes.
Faxineira	Utilizou produto a base de lixívia.
Químico	Trabalha na produção de cal hidratada.

Fonte: elaborado pelo autor e autora.

O detetive responsável pelo caso contratou alguns laboratórios forenses da cidade – representados pelos grupos de estudantes – para que solucionassem o grande mistério e apresentassem suas conclusões em um tribunal. Logo, o problema a ser resolvido era: *“Você é um(a) dos(as) químicos(as) forenses do laboratório. Tente solucionar o caso indicando qual dos suspeitos ou suspeitas é o(a) culpado(a)”*.

Os(as) estudantes tinham à disposição as substâncias suspeitas, as trabalhadas no dia anterior (vinagre, solução de sabão em pó e água, limão e sal) e alguns indicadores (fenolftaleína, azul de timol, papel tornassol azul e vermelho).

Fornecemos o ponto de viragem da fenolftaleína e do azul de timol, mas não esclarecemos sobre a coloração que os mesmos adquirem na presença de ácidos e bases. Explicamos também sobre o papel tornassol, porém sem mencionar qual deles (azul ou vermelho) deveria ser usado em soluções ácidas ou básicas. Assim, a proposta era que os(as) estudantes utilizassem os materiais já conhecidos para descobrir essas informações importantes e que escolhessem a melhor estratégia, incluindo o uso de um ou mais indicadores. Nessa perspectiva, optamos por realizar a atividade investigativa no nível de abertura quatro (HERRÓN, 1971).

Antes dos testes experimentais para determinação do(a) culpado(a), realizamos momentos considerados fundamentais no desenvolvimento de uma atividade investigativa. Cada estudante deveria preencher um quadro com as estratégias elaboradas para solucionar o caso, utilizando o recurso que considerasse mais adequado (texto, desenhos, fluxogramas, outros). Na sequência, em grupos definidos pelos(as) próprios(as) estudantes, foram discutidas as estratégias de cada um e, em consenso, elaborado um “plano de trabalho” composto pela estratégia, o procedimento experimental, os reagentes e materiais necessários. Os testes experimentais foram realizados de acordo com o procedimento proposto.

Ao término, dialogicamente, os(as) estudantes analisaram os dados coletados, indicaram o(a) culpado(a) pelo crime e anotaram os argumentos científicos capazes de evidenciar os resultados encontrados. Por último, os(as) estudantes apresentaram os resultados simulando um tribunal, no qual defenderam suas hipóteses e as conclusões por meio da argumentação.

Em resumo, a investigação proposta estruturou-se em seis momentos: i) apresentação da situação-problema, ii) elaboração de hipóteses individualmente, iii) discussão coletiva e elaboração de plano de trabalho, iv) testes experimentais, v) análise dos dados e elaboração de argumentos e vi) simulação de um tribunal. Assim, por meio da proposição de um problema os(as) estudantes deveriam selecionar, organizar e estabelecer relações entre os conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais, buscando nos conhecimentos teóricos a reflexão necessária para orientar suas próprias ações.

Das hipóteses aos resultados da investigação

Tomando como base os conceitos científicos trabalhados, esperávamos que os(as) estudantes encontrassem o(a) culpado(a) do homicídio por meio do uso dos indicadores. Partindo das substâncias conhecidas, como por exemplo, o limão, o vinagre e o sabão em pó, eles(as) descobririam o comportamento dos indicadores e, em seguida, utilizariam esses princípios nos testes com as substâncias suspeitas (detergente, cal hidratada, refrigerante soda, lixívia e comprimido efervescente).

Após a leitura conjunta e uma breve revisão acerca dos conhecimentos trabalhados, os(as) participantes escreveram suas hipóteses iniciais, que puderam ser

classificadas em três categorias: i) hipóteses coerentes; ii) hipóteses pouco coerentes, pois não explicavam todas as etapas necessárias à solução do problema e iii) hipóteses incoerentes, quando apresentavam propostas que contradiziam, de alguma forma, as evidências encontradas na cena do crime (KASSEBOEHMER; FERREIRA, 2013). A Tabela 2 apresenta a incidência das estratégias e alguns exemplos.

Tabela 2: Categorias, incidência e alguns exemplos das hipóteses propostas.

Categorias	Número de Estudantes	Exemplos
Coerente	1	<i>Para descobrir o pH primeiro eu teria que descobrir como os indicadores funcionam. Usaria cada um deles em um ácido (limão/vinagre) e em uma base (solução de água com sabão em pó). Sabendo o momento que os indicadores mudaram de cor e a substância encontrada nas roupas dos suspeitos iria por eliminação, eliminando os ácidos e as substâncias com pH muito básico (ESTUDANTE 5).</i>
Pouco coerente	8	<i>Misturaria a fenolftaleína nos líquidos das roupas molhadas dos convidados, via a cor como iria ficar descobria como é que ela fica no ácido, base e neutro e o que fosse de 8 para cima ou 8 em ponto era o líquido que estava na roupa do culpado (ESTUDANTE 8).</i> <i>Ver o pH de cada roupa e fazer experimentos, a qual chegar mais próxima do pH 8 deve ser o assassino (ESTUDANTE 1).</i>
Incoerente	1	<i>Eu primeiro ia ver se tinha algum elemento químico no corpo do defunto, e eu voltaria na cena do crime para ver se acha alguma coisa ou alguma pista do que realmente aconteceu no corpo, e no local do acontecimento. Depois de achar qualquer coisa faria os experimentos para ver se achei o culpado. Veria se o elemento bate com o do corpo e acharia o culpado (ESTUDANTE 10).</i>

Fonte: elaborado pelo autor e autora.

De acordo com as análises, uma das hipóteses foi classificada como coerente, oito pouco coerentes, por não mencionarem como descobririam o comportamento dos indicadores, ou qual(is) deles iriam usar; e apenas uma incoerente, ao não considerar as evidências na cena do crime.

Dessa forma, inferimos que os(as) estudantes não tiveram dificuldades na elaboração das propostas, ao contrário, pois nove conseguiram pensar e agir a partir daquilo que lhes foi fornecido, buscando relacionar os conhecimentos teóricos com suas ações.

É necessário salientar que inicialmente não houve a preocupação do uso correto de termos científicos nas explicações, visto que seria mais importante considerar o que os(as) estudantes estavam pensando, como no caso do Estudante 5 que escreve: “o

momento que os indicadores mudaram de cor” para referir-se ao ponto de viragem. Aliás, ao pensarmos que talvez ele tenha apreendido esse conceito durante a própria oficina, já que se tratava de um estudante da 1ª série do Ensino Médio, é coerente ponderar que sua resposta esteja bastante completa ao selecionar, organizar e estabelecer relações com os conhecimentos trabalhados anteriormente e as evidências fornecidas.

Dentre as respostas pouco coerentes, foi possível observar também estratégias bem elaboradas que se aproximavam de uma solução coerente. A Estudante 8, por exemplo, mencionou que usaria a fenolftaleína nas substâncias suspeitas e escreveu ainda sobre descobrir como a mesma se comporta em contato com ácidos, bases e compostos neutros. No entanto, embora tenha se preocupado com o comportamento do indicador, ela não menciona qual estratégia seria utilizada para essa verificação, sugerindo-se que não tenha refletido com profundidade tais questões, ou elas passaram despercebidas no momento da escrita por serem “óbvias”. Contudo, como não houve esse registro a resposta foi classificada nessa categoria, assim como as demais que não abordavam qual indicador seria utilizado.

Outro fator relevante, é que entre os oito estudantes que tiveram suas estratégias categorizadas como pouco coerentes, cinco deles mencionaram sobre indicadores e, destes, três optaram pela fenolftaleína, sendo que dois disseram que usariam mais de um indicador. A majoritária escolha da fenolftaleína poderia ter ocorrido pela relação do seu ponto de viragem (aproximadamente 8,2) com o pH do líquido encontrado na cena do crime, representando aos(as) estudantes certa “familiaridade”.

Uma possível interpretação para a decisão por dois indicadores seria a noção dos(as) estudantes sobre a confiabilidade dos resultados: *“Bom primeiro eu iria fazer teste com os itens que têm disponíveis, e separar os mais prováveis (os que mais chegarem perto do pH 8) e então depois fazer outros testes para ter certeza, e enfim comparar os resultados dos testes para chegar em uma conclusão.”* (ESTUDANTE 4).

Mesmo que as hipóteses do Estudante 10 tenham coerência científica, elas foram interpretadas como sendo incoerentes por não estarem associadas às evidências. No entanto, é necessário que o erro seja trabalhado como algo positivo e inerente do fazer científico, a fim de que os(as) estudantes não se sintam desencorajados(as) a expor suas ideias.

Após a formulação dessas hipóteses, reunidos em três grupos os(as) estudantes descreveram, em consenso, o procedimento experimental a ser realizado, incluindo também os reagentes e os materiais necessários.

O texto escrito pelo Grupo 1 considerava primeiramente descobrir o comportamento da fenolftaleína em contato com substâncias básicas pela realização de testes com o sal e o sabão em pó (conhecidos previamente). Em seguida, o indicador seria usado para descobrir as características ácidas e básicas das substâncias suspeitas e revelar o(a) culpado(a) pela tonalidade da solução resultante. Como conclusão, o grupo indicou o farmacêutico como sendo o assassino, já que dentre as bases (comprimido, lixívia e cal hidratada) o comprimido possuía o pH mais baixo – representado pela coloração rosa claro.

A equipe não descreveu com muitos detalhes os materiais e o procedimento

experimental, pois misturariam a fenolftaleína com o sabão em pó e o sal, deixando confuso se o experimento seria realizado separadamente (indicador com o sabão em pó ou indicador com o sal – solução mais óbvia considerando que haviam usado esses dois anteriormente com o extrato de repolho roxo). Ao associar o procedimento experimental com os dados obtidos, eles(as) não mencionaram sobre o uso do sal e discorreram apenas que a mistura de sabão em pó e fenolftaleína ficava rosa. No entanto, as explicações estavam coerentes com os dados coletados e a teoria envolvida.

Já o Grupo 2 propôs testar os papéis tornassol com o limão, a fim de que pudessem descobrir qual deles (azul ou vermelho) seria usado em bases para, em seguida, usá-lo nas substâncias suspeitas. A conclusão exposta teve como culpado o farmacêutico, argumentando que o refrigerante de soda e o detergente eram ácidos (de acordo com o tornassol) e, por isso, não poderiam ser essas substâncias. Acrescentaram que dentre as substâncias básicas o comprimido possuía a coloração mais clara.

Considerando que apenas com o uso do papel tornassol não seria possível identificar o(a) culpado(a), o procedimento experimental mostrou-se inconsistente com o problema de pesquisa, assim como também a relação entre os dados coletados e os resultados, pois os(as) estudantes indicaram apenas os testes com o tornassol e não citaram outros indicadores. Ainda que sejam observados esses problemas, a conclusão apresentou coerência entre os resultados e a teoria científica.

O Grupo 3 sugeriu testar o limão com os papéis tornassol para saber qual deles seria usado em soluções ácidas. Dessa forma, descartariam as substâncias que fizessem o papel destinado a ácido reagir e testariam as mesmas com a fenolftaleína e o azul de timol. Podemos observar que, embora os procedimentos iniciais tenham sido semelhantes aos do Grupo 2, eles tiveram a percepção do uso de outro indicador para responder a questão. Além disso, a utilização dos três indicadores pode sugerir uma experimentação mais crítica no que se refere à confiabilidade dos resultados. Os(As) estudantes concluíram que o cozinheiro era o culpado, pois os testes revelaram que apenas o refrigerante seria ácido e, recorrendo à fenolftaleína e ao azul de timol, o detergente possuía valor de pH entre 7,6 e 8,2.

A proposta foi bastante consistente com o procedimento experimental, mas verificamos que os resultados não correspondiam aos experimentos, já que o pH do detergente era aproximadamente 6 (o pH foi medido antes da atividade com indicador universal de pH) e o classificaram como base. Eles(as) também não descreveram quais evidências encontraram para supor que essa substância teria pH entre 7,6 e 8,2.

Ao analisarmos a estratégia sugerida pelos(as) estudantes é perceptível que o raciocínio estava correto e organizado, mas provavelmente houve falta de organização durante a experimentação, ocasionando a leitura e interpretação errada dos dados. Ainda sobre pressupor a pouca familiaridade da turma com atividades investigativas é coerente considerar normal essa confusão, principalmente pensando que a composição dos grupos foi bastante heterogênea. O uso dos três indicadores também pode ter dificultado essa organização devido à maior quantidade de informações a ser processada.

De acordo com Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015), se os(as) estudantes tiverem que usar conceitos, procedimentos, equações químicas, etc. para resolverem

problemas, eles(as) também devem ser ensinados(as) a utilizar esses itens. Os autores e autora ainda discorrem que o estabelecimento de relações teórico-práticas deve ocorrer de maneira simples em um primeiro momento, seguindo às mais complexas, evitando que muitas informações se percam por não terem sido consolidadas efetivamente.

Nesse sentido, apesar do percurso metodológico da oficina subsidiar essa vivência é necessário salientar que abordagens como essas precisam ser trabalhadas com frequência na escolarização, uma vez que a aquisição de conhecimentos não pode ser separada da compreensão dos métodos, da natureza da ciência e das habilidades de investigação e solução de problemas (GIL-PÉREZ, 1996).

Outro fator que merece destaque é a aproximação com as estratégias iniciais realizadas individualmente. Mesmo que iniciantes, eles(as) conseguiram organizar o “pensar” e o “fazer” por meio da interação entre teoria e prática e uma atitude autônoma no que se refere à construção de seu próprio conhecimento.

Avaliando minhas aprendizagens

Um importante momento do processo de avaliação é oportunizar aos(as) estudantes uma reflexão crítica a respeito de sua própria aprendizagem, é dar voz para que expressem suas conquistas, seus anseios e sentimentos sobre o cotidiano escolar, a fim de torná-lo(a) participante ativo(a) dos processos de ensino e aprendizagem.

Nessa linha, ao final da oficina alguns questionamentos foram direcionados tanto no que diz respeito à oficina investigativa, quanto ao seu pensamento a respeito de atividades experimentais no Ensino de Química. Inicialmente, os(as) estudantes foram questionados(as) sobre a participação em uma investigação, na qual podiam assinalar mais de uma alternativa (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3: Respostas dos(as) estudantes para justificar por que gostaram da investigação.

Sentença	Número de Estudantes
Fez com que eu gostasse de Química.	8
As investigações me deixaram curioso(a).	9
Fez com que eu compreendesse melhor a matéria.	7
Gostava de discutir a hipótese com os(as) colegas.	6
Tornou a aula mais legal.	9
Despertou em mim o gosto pela profissão de cientista.	4
Outro: “Fez com que eu tivesse mais conhecimento”.	1

Fonte: elaborado pelo autor e autora.

Tabela 4: Respostas dos(as) estudantes para justificar por que não gostaram da investigação.

Sentença	Número de Estudantes
Tive dificuldade em elaborar estratégias.	1
Não compreendia bem o que era pra ser feito.	2

Fonte: elaborado pelo autor e autora.

Observamos que a investigação contribuiu para despertar a curiosidade e tornou a aula mais dinâmica. Na sequência, verificamos possíveis facilidades e dificuldades na

elaboração e escrita de estratégias e na discussão coletiva (Tabela 5).

Podemos notar que algumas atividades foram consideradas difíceis no início, talvez pela pouca familiaridade com as ações requeridas - a elaboração de hipóteses e a escrita de estratégias - mas fáceis com o decorrer da ação. Essas respostas reforçam os estudos que apontam o desenvolvimento de competências e habilidades que vão além dos conhecimentos científicos em atividades investigativas (CAMPOS; NIGRO, 1999; ZOMPERO, LABURU, 2012).

Tabela 5: Facilidades e dificuldades encontradas na investigação.

Atividade	Grau de concordância	Número de Estudantes
Elaborar hipóteses	Muito difícil.	1
	Difícil no começo, depois ficou fácil.	7
	Muito fácil.	1
	Fácil no começo, depois ficou difícil.	1
Escrever as estratégias	Muito difícil.	2
	Difícil no começo, depois ficou fácil.	3
	Muito fácil.	3
	Fácil no começo, depois ficou difícil.	1
Discutir em grupos	Muito difícil.	0
	Difícil no começo, depois ficou fácil.	5
	Muito fácil.	5
	Fácil no começo, depois ficou difícil.	0

Fonte: elaborado pelo autor e autora.

Em relação a atividade “escrever as estratégias”, não consideramos as opções marcadas por um participante, já que assinalou “muito difícil” e “difícil no começo, depois ficou fácil”. Essa dupla marcação poderia indicar uma reflexão crítica sobre sua própria aprendizagem, pois em um primeiro momento a atividade foi “muito difícil”, mas quando parou para refletir sobre o seu desenvolvimento, percebeu que foi uma atividade com um grau de dificuldade maior apenas no começo. Logo, observamos a importância de proporcionar momentos em que o(a) estudante reflita criticamente sobre sua própria aprendizagem, dando voz para que pensem criticamente sobre suas ações e tornem-se participantes ativos(as) nos processos de ensino e aprendizagem.

Em seguida, os(as) estudantes foram convidados(as) a descrever, em poucas palavras, sobre a relevância e influência (ou não) das atividades experimentais em sua aprendizagem e no Ensino de Química. Das narrativas, todas ressaltavam aspectos favoráveis ao uso de atividades experimentais, destacando a aprendizagem, a coletividade, o interesse e a dinâmica interativa: *“Muito importante as atividades experimentais, pois fica mais fácil de compreender e entender sobre o assunto”* (ESTUDANTE 1), *“Acho que as aulas de química poderiam ser mais práticas no dia a dia, pois na prática eu aprendo melhor e ao mesmo tempo nos divertimos”* (ESTUDANTE 4) e *“Sim, me trouxe uma curiosidade sobre a química pois as aulas eram meio difícil e agora eu entendo melhor sobre o que a professora estava falando e foi muito legal e importante para mim. E agora posso fazer as lições”* (ESTUDANTE 3).

Nessa avaliação ainda existia um espaço destinado a comentários e críticas e, novamente, os(as) estudantes fizeram observações positivas e significativas sobre a

vivência e a aprendizagem por meio da oficina investigativa: “*Gostei muito do curso, estou levando vários conhecimentos para casa*” (ESTUDANTE 4) e “*Gostei muito de ter participado, foi uma aprendizagem nova na qual me fez despertar um interesse maior pela química*” (ESTUDANTE 1).

Evidentemente não se pode atribuir exclusivamente às atividades experimentais investigativas esse despertar de interesse e motivação pela aprendizagem em Ciências, uma vez que muitos aspectos pessoais estão envolvidos na dinâmica cotidiana em sala de aula, entretanto, são inegáveis as contribuições que a experimentação investigativa têm a oferecer no Ensino de Ciências se realizadas a fim de colaborar significativamente na aprendizagem dos(as) estudantes.

Considerações Finais

Por meio de uma leitura dos resultados, inferimos que mesmo com a pouca familiaridade com atividades investigativas é possível utilizar desse recurso em sala de aula, uma vez que os(as) estudantes são capazes de (re)construir seus conhecimentos em diversos contextos de aprendizagem, além de desenvolverem competências que vão do conceitual, procedimental e atitudinal à visões adequadas do agir e fazer científico.

Considerando também que as concepções de ensino e aprendizagem do(a) professor(a) são essenciais para o desenvolvimento e efetivação de propostas metodológicas na Educação Básica, é necessário refletir sobre os cursos de formação de professores(as) – inicial e continuado – a fim de que possam vivenciar práticas pedagógicas como as defendidas e realizadas neste trabalho, minimizando inseguranças e incentivando o planejamento das mesmas.

No que diz respeito ao papel do(a) professor(a) e o impacto da oficina em sua formação, acreditamos que as marcas deixadas são significativas e capazes de influenciar numa mudança de visão a respeito do uso de diversas estratégias metodológicas.

Evidente que houve momentos preocupantes, dúvidas durante o processo, mas todos eles puderam ser superados a partir da reflexão crítica sobre a prática em sala de aula. Também foram ricos os momentos compartilhados - desde o surgimento da ideia à escrita desse artigo - que passam pela reflexão sobre o ser docente, sobre o ensino e a aprendizagem em Ciências, sobre as necessidades dos estudantes e nossas necessidades formativas.

Assim, nós, proponentes dessa atividade de investigação, defendemos e incentivamos o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras em sala de aula. Apesar das inúmeras realidades e particularidades escolares, compreendemos que por meio de pequenas ações - individuais ou colaborativas – podemos realizar atividades investigativas em diferentes contextos, ambientes e modalidades de ensino.

Esperamos que essa oficina seja subsídio e fonte de inspiração para que outros(as) professores(as) possam planejar suas práticas, realizando as atividades propostas na oficina “Investigações em Química” de acordo com suas realidades e compartilhando suas práticas.

Referências

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.
- AZEVEDO, L. B. S.; FIREMAN, E. C. Sequência de ensino investigativa: problematizando aulas de ciências nos anos iniciais com conteúdos de eletricidade. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, p. 143-161, 2017.
- AZEVEDO, M. C. P. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. 1. ed. São Paulo: Thomson, 2004. p. 19-33.
- BARROSO, T. O desenvolvimento do discurso argumentativo por crianças do ensino fundamental: articulação e coordenação de sequências argumentativas no texto de opinião. **Revista de Estudos Linguísticos Veredas**, v. 11, n. 2, p. 101-117, 2007.
- CAAMAÑO, A. Los trabajos prácticos en ciencias experimentales: una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación. **Aula de Innovación Educativa**, v. 9, p. 61-68, 1992.
- CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **O ensino-aprendizagem como investigação**. 1. ed. São Paulo: FTD, 1999.
- DEL CARMEN, L. M. La investigación en el aula: análisis de algunos aspectos metodológicos. **Investigación en la escuela**, v. 1, p. 51-56, 1987.
- GIBIN, G. B. **Atividades experimentais investigativas como contribuição ao desenvolvimento de modelos mentais de conceitos químicos**. 2013. 226 f. Tese (Doutorado em Química) – Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.
- GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Concepções de estudantes do ensino médio sobre atividades experimentais investigativas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 17., 2014, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2014. p. 848.
- GIL-PÉREZ, D. New trends in science education. **International Journal of Science Education**, v. 18, n. 8, 889-901, 1996.
- GIL-PÉREZ, D.; VALDÉS-CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996.
- GONDIM, M. S.; MOL, G. S. Experimentos investigativos em laboratório de química fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2007.
- GOUVEIA-MATOS, J. A. M. Mudanças nas cores dos extratos de flores e do repolho roxo. **Química Nova na Escola**, v. 10, p. 6-10, 1999.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HARTWIG, D. R.; FERREIRA, L. H. Experimentação no ensino superior: a abordagem investigativa na formação inicial de professores. In: PIERSON, A. H. C.; SOUZA, M. H. A. (Orgs.). **Formação de professores na UFSCar**: concepção, implantação e gestão de projetos pedagógicos das licenciaturas. 1. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2010. p. 229-242.

HERRÓN, M. D. The nature of science enquiry. **The School Review**, v. 79, n. 2, p. 171-212, 1971.

JIMÉNEZ VALVERDE, G.; LLOBERA JIMÉNEZ, R.; LLITJÓS VIZA, A. La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: los niveles de abertura. **Investigación Didáctica**, v. 24, n. 1, p. 59-70, 2006.

KASSEBOEHMER, A. C. **O método investigativo em aulas teóricas de química**: estudo das condições da formação do espírito científico. 2011. 180 f. Tese (Doutorado em Química) – Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

KASSEBOEHMER, A. C.; GUZZI, M. E. R.; FERREIRA, L. H. Participação de estudantes em atividades investigativas: a influência do ambiente escolar para a motivação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16., 2012, Salvador. Anais... Salvador: UFBA, 2012.

KASSEBOEHMER, A. C.; FERREIRA, L. H. Elaboração de hipóteses em atividades investigativas em aulas teóricas de química por estudantes do ensino médio. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 3, p. 158-165, 2013.

KASSEBOEHMER, A. C.; HARTWIG, D. R.; FERREIRA, L. H. **Contém Química 2**: pensar, fazer e aprender pelo método investigativo. 1. ed. São Carlos: Pedro & João Editores, 2015.

KEMCZINSKI, A. R. et al. Atividades investigativas: a formação de professores no contexto da EJA. **Crítica Educativa**, v. 3, n. 3, p. 214-229, 2017.

KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M. Visões de ciências e sobre cientistas entre estudantes do ensino médio. **Química Nova na Escola**, v. 15, p. 11-18, 2002.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Actia Scientiae**, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010.

OLIVEIRA, R. C. **Química e cidadania**: uma abordagem a partir do desenvolvimento de atividades investigativas. 2009. 138 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

SILVA, I.; VASCONCELOS, T. N. H.; AMARAL, C. L. C. Aplicação de uma atividade experimental investigativa para o ensino de tratamento de água. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n. 1, p. 50-59, 2018.

SUART, R. C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas**. 2008. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, p. 1-22, 2008.

VIEIRA, R. D.; MELO, V. F.; BERNARDO, J. R. R. O júri simulado como recurso didático para promover argumentações na formação de professores de física: o problema do “gato”. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, p. 203-225, 2014.

ZANCUL, M. C. S. O ensino de ciências e a experimentação: algumas reflexões. In: PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. (Orgs.). **Quanta ciência há no ensino de Ciências**. 1. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2008. p. 63-68.

ZANON, D. A. V. **Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas**: enfoque no projeto ABC na Educação Científica – Mão na Massa. 2005. 219f. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. A. Implementação de atividades investigativas na disciplina de ciências em escola pública: uma experiência didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 3, p. 675-684. 2012.