



MÚTIPLAS ESTRATÉGIAS DE ENSINO PARA INVESTIGAR A CONTAMINAÇÃO DE ÁGUA POR METAIS

Carolina Lourencetti¹

Francisco Otávio Cintra Ferrarini²

RESUMO

Este trabalho apresenta um relato de prática educativa referente a uma proposta de ensino para a Prática como Componente Curricular desenvolvida no contexto da disciplina Química Analítica Qualitativa, do curso Licenciatura em Química de uma instituição pública federal do estado de São Paulo. Tendo como base a metodologia da pesquisa-ação, um conjunto de ações didáticas, pautadas em uma perspectiva investigativa e multiestratégica, abordando o tema da identificação de cátions metálicos em amostras de água contaminada, sugeriu-se e ponderou-se a aceitação e a participação de 19 professores em formação. Propondo-se situações práticas e pedagógicas, aplicou-se abordagem metodológica dos 3 Momentos Pedagógicos e diferentes estratégias de ensino, tais como Estudo de Caso, Atividade Experimental Investigativa e Método Cooperativo Jigsaw. Em virtude das reflexões críticas dos alunos, infere-se que a relevância deste trabalho está fundamentada na perspectiva da inovação da ação didática. À vista disso, os discentes explicitaram a importância da proposta de ensino mediante sua participação e exploração em situações investigativas, que estimularam tanto o protagonismo diante dos processos de ensino e aprendizagem quanto da aproximação entre a teoria e a prática. Ao observar o expressivo engajamento e participação dos discentes, sugere-se esta proposta como alternativa viável para fomentar mudanças e para evitar o ensino tradicional de conteúdos da Química Analítica.

Palavras-chave: Prática como componente curricular. Análise qualitativa. Separação de cátions.

MULTIPLE TEACHING STRATEGIES TO INVESTIGATE METAL CONTAMINATION OF WATER

ABSTRACT

This work presents an educational practice report on a teaching proposal for Practice as a Curricular Component developed in the context of the Qualitative Analytical Chemistry subject of the Chemistry Degree course at a federal public institution in the

¹Doutorado em Química. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Matão, São Paulo, Brasil. Orcid iD: <https://orcid.org/0009-0008-7170-0414>. E-mail: carollourencetti@ifsp.edu.br

²Doutorado em Química. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Matão, São Paulo, Brasil. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0003-3432-3724>. E-mail: franciscoferrarini@ifsp.edu.br

state of São Paulo, Brazil. Based on the methodology of action research, a set of didactic actions, guided by an investigative and multi-strategic perspective addressing the topic of identifying metallic cations in contaminated water samples, was proposed and the acceptance and the participation of 19 teachers in training were considered. Providing practical and pedagogical situations, the 3 Pedagogical Moments methodological approach and different teaching strategies were used, such as case study, investigative experimental activity, and Jigsaw co-operative method. As a result of the students' critical reflections, it can be inferred that the relevance of this study is based on the perspective of innovation in didactic action. Thus, the students explained the importance of the teaching proposal through their participation and exploration in investigative situations that stimulated both their protagonism in the teaching and learning processes and the approximation between theory and practice. Observing the expressive engagement and participation of the students, this proposal is presented as a feasible alternative to encourage change and avoid traditional teaching of Analytical Chemistry content.

Keywords: Practice as a curricular component. Qualitative analysis. Cation separation.

MÚLTIPLES ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PARA INVESTIGAR LA CONTAMINACIÓN DE ÁGUA POR METALES

RESUMEN

Este trabajo presenta un informe de práctica educativa sobre una propuesta de enseñanza de la Práctica como Componente Curricular desarrollada en el contexto de la asignatura Química Analítica Cualitativa de la carrera Licenciatura en Química en una institución pública federal del estado de São Paulo, Brasil. A partir de la metodología de investigación-acción, se propuso un conjunto de acciones didácticas, basadas en una perspectiva investigativa y multiestratégica abordando la cuestión de la identificación de cationes metálicos en muestras de aguas contaminadas, y se consideró la aceptación y participación de 19 profesores en formación. Se propusieron situaciones prácticas y pedagógicas, utilizando el enfoque metodológico de los 3 Momentos Pedagógicos y diferentes estrategias didácticas, como el estudio de caso, las actividades experimentales de investigación y el método cooperativo Jigsaw. Como resultado de las reflexiones críticas de los estudiantes, se puede inferir que la relevancia de este trabajo se basa en la perspectiva de innovación de la acción didáctica. Ante esto, los estudiantes explicitaron la importancia de la propuesta didáctica a través de su participación y exploración en situaciones investigativas que estimularon tanto su protagonismo en los procesos de enseñanza y aprendizaje como el acercamiento entre la teoría y la práctica. Observando el compromiso expresivo y la participación de los alumnos, se sugiere esta propuesta como una posible alternativa para incentivar el cambio y evitar la enseñanza tradicional de los contenidos de Química Analítica.

Palabras clave: Práctica como componente curricular. Análisis cualitativo. Separación de cationes.

INTRODUÇÃO

Por meio da Resolução CNE/CP 2/2015, foram definidas as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Licenciatura (Brasil, 2015). Esse dispositivo legal determina que os cursos de formação de professores garantam em seus projetos pedagógicos 400 horas de Prática como Componente Curricular, 400 horas de Estágio Curricular, 1800 horas de Conteúdos Curriculares de Natureza Científico-Cultural e 200 horas de atividades acadêmico-científico-culturais.

Segundo assinalam Silva, Ferreira e Vieira (2017) e Ribeiro (2016), as discussões e as propostas formativas que apontam a importância da prática, ao longo do processo de formação de professores, indicam a necessidade da relação dialética entre a teoria, a prática e o desenvolvimento de conhecimentos em situações pedagógicas nos diversos contextos escolares.

Para a obtenção dessas concepções, ao longo do processo de formação docente, Schmitz e Tolentino-Neto (2023) e Bego, Oliveira e Corrêa (2017) afirmam que as ações envolvidas, singularmente, na Prática como Componente Curricular (PCC), devem priorizar atividades didáticas que guiem os alunos a identificar, a analisar e a buscar alternativas para resolução de situações-problema do cotidiano. No amparo dessas afirmações, recorre-se a Bastos *et al.* (2004), Laburu, Arruda e Nardi (2003), Ramos, Fonseca e Galieta (2018) e Ribeiro (2016), que manifestam a importância do estudo e a aplicação de múltiplas estratégias de ensino nas ações didáticas formativas, dentre as quais, o uso de estudos de caso, a valorização das concepções prévias e produções dos alunos, o emprego de situações simuladas e a valorização de exposições orais e escritas dos estudantes.

Em razão dessas considerações legais e funcionais e com a intenção de trabalhar a carga horária de PCC, que foram alocadas para a componente curricular Química Analítica Qualitativa em uma instituição pública de ensino superior do interior paulista, apresenta-se, neste trabalho, um relato de prática educativa. Trata-se de uma proposta teórico-prática autoral pautada na abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos (3 MP) (Delizoicov; Angotti, 2000) e que envolveu a aplicação de múltiplas estratégias

de ensino, o Estudo de caso, o Método Cooperativo Jigsaw e a Atividade Experimental Investigativa. Tais ações práticas envolveram pesquisa teórica e prática, estipulada pela professora formadora e fundamentada no fornecimento de métodos para sua resolução.

Na metodologia dos 3 MP, os três momentos são explicitados no seguinte conjunto de atividades: i) problematização inicial; ii) organização do conhecimento; e, iii) aplicação do conhecimento. No primeiro momento, a intenção é apresentar questões e/ou situações para a discussão com alunos, e sua função engloba motivar e estabelecer ligações de conteúdos específicos com contextos do cotidiano. No segundo momento, o professor ensina sistematicamente conceitos científicos para que os alunos compreendam o problema a que eles se referem. Já no terceiro momento, volta-se à situação inicial, pois se espera que os alunos possuam os elementos para explicar cientificamente a situação inicial, não se atendo ao senso comum (Delizoicov; Angotti, 2000).

Segundo apontam Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015), a aplicação de metodologias investigativas por professores representa a simulação do trabalho científico. Nesse sentido, esse tipo de perspectiva pode fomentar, entre os alunos, a diferença de opinião, o espaço para o erro, bem como o desenvolvimento de algumas habilidades cognitivas.

Já em relação à estratégia de ensino Estudo de Casos (EC), trata-se de uma variante da Aprendizagem Baseada em Problema que destaca a aprendizagem autodirigida que prioriza o papel do aluno durante o processo de ensino e aprendizagem, a transposição de práticas tradicionais de ensino e a aproximação dos futuros profissionais para suas respectivas áreas de atuação. Mais especificamente, a utilização do método de EC se baseia na aplicação de problemas, no formato de casos investigativos (Queiroz; Cabral, 2016).

Quanto ao uso do método cooperativo Jigsaw, Fatareli *et al.* (2010) apresentam como principais características dessa estratégia o aprendizado realizado de forma coletiva, na medida em que os estudantes interagem e compartilham ideias em grupos. Sugere-se a formação de grupos de alunos,

que discutam sobre determinado tópico (grupo de base). Posteriormente, o tópico será dividido em subtópicos para serem debatidos por um novo grupo, composto por membros dos diferentes grupos de base, que estudará especificamente um dos subtópicos e será denominado de grupo de especialistas. Com o avanço das atividades, os componentes do grupo de especialistas retornam aos seus grupos de base e ensinam aos companheiros aquilo que aprenderam acerca do subtópico. Ao final da atividade, todos os conhecimentos são discutidos e reunidos para a compreensão geral do tópico.

Em razão da necessidade de se descreverem eventuais avanços em uma ação da prática profissional docente, apresenta-se neste trabalho um relato de prática educativa baseado nos moldes da pesquisa-ação. Nessa lógica, busca-se divulgar atividades envolvidas em um processo específico da formação de professores de Química, assim como compreender a pertinência de metodologias alternativas em contextos escolares para esses professores em formação.

Essa escolha está fundamentada na perspectiva de se exporem melhorias, diante da aplicação de propostas investigativas, na ação prático-profissional docente no que tange ao uso de metodologias e de estratégias inovadoras para atividades de ensino (Moreira; Rosa, 2009; Tripp, 2005).

Para Tripp (2005), a pesquisa-ação compreende um processo cíclico de tarefas que abarcam o planejamento didático e o pedagógico, a implementação da proposta delineada, a descrição das ações didáticas e pedagógicas envolvidas, e a avaliação de resultados obtidos.

As virtudes advindas da utilização deste tipo de planejamento metodológico, que se efetiva em um ciclo de ações, estão amparadas na possibilidade de se estabelecerem relações entre as ações práticas e uma diversidade de conceitos teóricos referentes a propostas inovadoras de ensino.

Nesse sentido, a proposição de ações didáticas, pautadas em uma perspectiva investigativa e multiestratégica, apresenta-se como uma possível concepção metodológica capaz de influenciar/direcionar tanto o trabalho

do professor formador quanto de influenciar futuros docentes a incorporarem tais prerrogativas em suas futuras práticas profissionais.

METODOLOGIA

Aspectos metodológicos e escolha de estratégias na ação didática e procedimento para tratamento e análise dos resultados

Este relato aborda um aprofundamento teórico e reflexões de situações decorrentes da prática profissional da professora autora, sem revelar dados que identifiquem outras pessoas. Assim não são apresentados Termos de Consentimento Livre e Esclarecidos ou parecer de aprovação do comitê de ética (de acordo com orientação tratada no Ofício Circular nº 17/2022/CONEP/SECNS/MS Brasília, 05 de julho de 2022, acerca do artigo 1.º da Resolução CNS n.º 510, de 7 de abril de 2016, em seu parágrafo único, inciso VII).

Os sujeitos desta pesquisa foram 19 alunos da disciplina "Química Analítica Qualitativa", no curso de Licenciatura em Química do período noturno. Esta disciplina é oferecida, de forma semestral, no quarto período do curso, com carga horária total de 6 aulas semanais de 50 minutos cada. Os objetivos desta componente curricular são: oferecer ao aluno os aspectos teóricos e os procedimentos experimentais relacionados à análise química qualitativa e relacioná-los a fenômenos do cotidiano e ambientais; introduzir técnicas experimentais de separação e de identificação de cátions e de ânions; desenvolver e estimular a educação ambiental a partir de reflexões sobre os temas relacionados à disciplina; desenvolver conhecimentos, competências e habilidades próprias ao exercício da docência por meio da PCC. A efetiva contribuição da componente curricular para o cumprimento da PCC no curso de Licenciatura em Química se dá com a carga horária de 15 horas.

O instrumento de avaliação da proposta apresentada aos alunos para o desenvolvimento da PCC se deu pelas propostas de Postigo *et al.* (2021),

cujas premissas estão assentadas na perspectiva da avaliação crítica de uma experiência de ensino-aprendizagem por parte dos sujeitos desta pesquisa.

A justificativa para essa ação está assentada no fato de que essa temática está justaposta ao conjunto das experiências acadêmicas vividas, bem como da importância da aplicação de metodologias investigativas enquanto potenciais motivadoras das futuras ações profissionais de professores em formação.

Relato de prática educativa

Com a intenção de expor e de discutir o percurso da prática pedagógica, no que tange à atuação, à descrição, à avaliação e ao replanejamento, são expostos dados da aplicação e as considerações referentes ao posicionamento dos alunos diante da proposta de ensino.

Empregando os 3 MP, o Primeiro Momento consistiu na apresentação e na leitura coletiva do caso investigativo exposto na literatura (Lourencetti, 2020).

Durante a atividade, alguns alunos se dispuseram em participar como personagens para a leitura coletiva do caso, cuja temática envolveu a investigação acerca da contaminação de água por cátions de metais potencialmente tóxicos. O caso apresenta como foco uma família que se frustra ao descobrir que suas férias, planejadas para relaxamento em uma cidade de águas termais, seriam conturbadas devido às notícias de contaminação das águas por metais. Como estudantes do curso de Licenciatura em Química, os alunos são designados como especialistas para colaborar com a Secretaria de Meio Ambiente e Saúde local. A intenção é que os participantes busquem e discutam informações sobre a possível presença de metais potencialmente tóxicos em amostras de água coletadas no local do estudo de caso e métodos clássicos de análise para a separação e a identificação dos cátions metálicos em questão.

Verifica-se que o caso utilizado narra uma curta história com personagens que estabelecem diálogos sobre uma temática verossímil de ocorrência no cotidiano e que tem potencial capacidade de despertar

interesse nos alunos. Além disso, trata-se de uma trama atual e com generalidades, como por exemplo, envolver uma prática sociocultural contemporânea (contaminação de águas por metais) e compor o currículo da componente “Química Analítica Qualitativa”, pois aborda a separação e a identificação de cátions metálicos.

Ainda no Primeiro Momento, foi aplicado um questionário inicial com quatro questões (Quadro 1) com a intenção de verificar as ideias prévias dos alunos. Tais questões são relativas aos métodos de análise clássica para a identificação de cátions metálicos em amostras de água e a potencialidade desses elementos quanto a sua importância em níveis biológico, tecnológico e econômico.

QUADRO 1 – Questões prévias para discussão em grupo

- 1) Como sabemos se uma amostra de água está contaminada?
- 2) Como você diferenciaria métodos clássicos e instrumentais de análise?
- 3) Utilizando métodos clássicos de análise (ou seja, não instrumentais), como vocês poderiam identificar a presença de metais (cátions metálicos) em uma amostra de água contaminada?
- 4) Qual o conhecimento prévio de vocês sobre os metais: alumínio (Al), cobalto (Co), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn)? Considere indicar a origem, importância comercial e benefícios e malefícios (toxicidade) para humanos.

Fonte: Autores, 2025.

Para o desenvolvimento desta atividade, os 19 alunos foram divididos em 4 grupos (Grupo Base) e instigados a discutirem as questões apresentadas (Quadro 1) e a tomarem decisões relativas às situações apresentadas no caso. O primeiro momento foi trabalhado em 3 aulas de 50 minutos, sendo que os Grupos Base entregaram por escrito as tarefas apresentadas.

As ideias prévias dos alunos permitiram à professora formadora antecipar os aspectos que os alunos poderiam ter dificuldades de aprendizagem e refletir sobre eles.

Para o Segundo Momento, após a discussão e resolução do questionário (Quadro 1), foi promovido um debate para que os alunos se

posicionassem diante dos conhecimentos necessários para resolver o estudo de caso. Relação entre os conteúdos abordados na componente curricular como solubilidade, equilíbrio ácido-base, equilíbrio sólido-líquido, equilíbrio de complexação e equilíbrio de óxido-redução, e suas conexões com as respostas apresentadas para as questões prévias foram concatenadas pela docente. Conforme direcionado por Delizoicov e Angotti (2000), a postura da professora esteve focada nos estímulos às discussões do conteúdo. Para isso, um conjunto de orientações e temáticas de relevância para o desenvolvimento do método de separação e identificação dos cátions metálicos (marcha analítica) foram apresentados aos alunos (ensino sistemático de conceitos científicos).

A ação didática desenvolvida seguiu os preceitos teóricos de Coll *et al.* (1998) para desenvolver os conteúdos dentro das tipologias – conceitual, procedimental e atitudinal – e fortalecer uma ação didática direcionada para o contexto investigativo de ensino e de aprendizagem. Para o autor, o conteúdo conceitual está relacionado ao conceito científico em si", que também deve estar relacionado aos conhecimentos prévios dos alunos. Já os conteúdos procedimentais estão relacionados ao processo de construção do conhecimento conceitual, por meio do uso de regras, técnicas, métodos, habilidades, estratégias e procedimentos. Quanto aos conteúdos atitudinais, a intenção é desenvolver valores morais e atitudes que o conhecimento pode fortalecer nos alunos, direcionando o ensino para uma finalidade cultural mais ampla.

Para a progressão dos conteúdos conceituais, ao longo desta atividade, foi utilizado o trabalho de Mortimer, Machado e Romanelli (2000). Nessa proposta, foi evidenciada a ocorrência de três tipos de representações para o conhecimento químico, quais sejam, a Fenomenológica, que está relacionada a aspectos visíveis e concretos; a Teórico-Conceitual, que são informações de natureza atômico-molecular, essencialmente abstratas e baseadas em modelos; e, para finalizar, a Representacional, que está relacionada às representações por meio de linguagem científicas, utilizando-se equações, fórmulas, gráficos e símbolos.

Nesse contexto, o nível Fenomenológico desenvolvido englobou o reconhecimento das propriedades físicas e químicas que caracterizam as substâncias, como a solubilidade e as principais reações dos cátions metálicos, que envolvem formação de precipitados ou possíveis complexos coloridos. Para o nível Teórico-Conceitual, foram considerados a solvatação de cátions e ânions por moléculas de água, o equilíbrio iônico envolvido na solubilidade de sólidos pouco solúveis, a formação de complexos e as reações de óxido-redução. Em relação ao nível Representacional, representações das equações das reações químicas envolvidas no processo de separação e de identificação dos cátions metálicos (formação de precipitados e complexos) foram exploradas.

Para desenvolver os conteúdos procedimentais, foram propostas questões centrais para serem resolvidas pelos alunos (Quadro 2).

QUADRO 2 – Blocos relacionados à tomada de decisão por parte dos alunos

10

Bloco A

Questões e atividades para investigação da presença de cátions metálicos em amostras de água por cada grupo de especialistas:

- a) Sobre o metal de cada Grupo de Especialista: indicar as características, fontes, em que pode ser encontrado no nosso dia a dia, se é um metal essencial para nosso organismo e/ou se o seu excesso pode causar algum problema? Se sim, quais seriam os sintomas de contaminação pelo metal?
- b) Apresentar as possíveis reações para identificação do cátion do metal em função da disponibilidade dos reagentes no campus (indicados pela docente). Indicar procedimento experimental com quantidade de reagentes e suas concentrações e equações das reações), apresentando e discutindo interferências.
- c) Testar as reações no laboratório, apresentar as equações das reações envolvidas e os resultados observados.

Bloco B

Após ter testado as reações com uma solução do metal, vocês também precisarão separar os possíveis grupos de íons para evitar interferência. Para isso, poderá ser utilizado o procedimento de separação conhecido como marcha analítica, referência apresentada pela professora.

Como uma forma de se preparar para o laboratório, elabore um fluxograma para ser utilizado para a análise de uma amostra contendo todos os metais estudados e, posteriormente, a análise da amostra possivelmente contaminada, objeto do estudo de caso.

Fonte: Autores, 2025.

Buscou-se a diferenciação dos saberes populares e científicos discutindo-se as respostas das questões prévias. Como exemplo dessa ação, estão os debates acerca da confusão do “uso de análise sensorial para a identificação de metais” no contexto da poluição de águas; o reconhecimento da importância da legislação ambiental relativa ao descarte de resíduos químicos; o uso adequado das vidarias e equipamentos laboratoriais utilizados em processos de separação e de identificação de cátions metálicos; a avaliação e escolha dos métodos de identificação de metais com base nas propriedades físico-químicas e o reconhecimento de possíveis interferentes; a interpretação da linguagem científica apresentada na forma de tabelas; a sistematização de dados empíricos e sua correlação com modelos explicativos teóricos.

As questões e atividades (Bloco A - Quadro 2) foram trabalhadas com base no método Jigsaw. A intenção foi utilizar uma estratégia balizada no método cooperativo de aprendizagem. Nesta operação, os alunos foram distribuídos em seus respectivos Grupos de Base e informados, após um sorteio, acerca do papel de especialistas de um dos cinco cátions estudados: alumínio (Al^{3+}), cobalto (Co^{2+}), ferro (Fe^{3+}), manganês (Mn^{2+}) e zinco (Zn^{2+}). Na segunda etapa, aos cinco Grupos de Especialistas, composto por um aluno de cada um dos Grupo Base, foram apresentadas as perguntas e as tarefas do Bloco A – Quadro 2 para serem discutidas/resolvidas entre os membros dos Grupos de Especialistas. As reações indicadas para os metais limitaram-se à disponibilidade dos reagentes no laboratório, sendo: Al^{3+} (sulfeto de amônio, hidróxido de sódio (avaliar o que ocorreria com excesso do reagente), alizarina (apresentar apenas a reação, pois reagente não estava disponível no laboratório), Co^{2+} (sulfeto de amônio, hidróxido de sódio (avaliar o que

ocorreria com excesso do reagente), tiocianato), Fe^{3+} (sulfeto de amônio, hidróxido de sódio (avaliar o que ocorreria com excesso do reagente), tiocianato em meio ácido), Mn^{2+} (sulfeto de amônio, hidróxido de sódio (avaliar o que ocorreria com excesso do reagente), persulfato em meio ácido), Zn^{2+} (sulfeto de amônio (testar com sulfeto de sódio), hidróxido de sódio (avaliar o que ocorreria com excesso do reagente), ditizona (apresentar apenas a reação, pois reagente não estava disponível no laboratório).

O grupo composto por apenas 4 alunos apresentou especialistas para apenas 4 metais, tendo recebido as informações necessárias do grupo de especialistas do metal faltante. Os itens a e b (Bloco A - Quadro 2) foram desenvolvidos em um total de 3 aulas de 50 minutos e o item c (Bloco A - Quadro 2), em 3 aulas de 50 minutos cada.

Considerando os níveis de investigação em função da liberdade fornecida aos discentes, conforme discutido em Kasseboehmer e colaboradores (2015) para as atividades experimentais, foi utilizado um nível de investigação 3. Nessa perspectiva teórica, são apresentados o problema do estudo de caso, bem como os reagentes disponíveis laboratório e as indicações para materiais de pesquisa. Os alunos utilizaram como base de suas pesquisas livros didáticos (Baccan *et al.*, 1997; Vogel, 1981) e artigo científico (Dantas; Silva; Santos Filho, 2011).

Ao retornarem para os Grupos Base, os especialistas dos diferentes metais relataram suas observações aos demais colegas e discutiram as semelhanças e as diferenças entre os metais com o objetivo de os separar e os identificar em amostras desconhecidas.

As atividades desta fase foram executadas em três aulas de 50 minutos cada. Além disso, os Grupos Base também receberam as atividades indicadas no Bloco B – Quadro 2 para serem desenvolvidas em sala. Os procedimentos de separação e de identificação foram indicados pela professora, segundo a proposta de Dantas, Silva e Santos Filho (2011) e Baccan *et al.* (1997), sendo feita a adaptação do uso de sulfeto de sódio em vez de tioacetamida pela indisponibilidade do reagente. Ademais, uma discussão foi realizada para demonstrar que devido à ausência de reagentes específicos, para a

identificação de Zn^{2+} e Al^{3+} , os resultados das reações de identificação, feitas após a separação dos mesmos dos demais cátions, seriam apenas um indício da presença desses íons nas amostras.

Ao final da discussão, foram solicitadas as respostas obtidas pelos grupos no formato escrito, com o objetivo de explorar os conteúdos conceituais e representacionais do conhecimento químico.

Para finalizar, o Terceiro Momento destinou-se a abordar sistematicamente o conhecimento que foi sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto situações iniciais como outras situações que, embora não estivessem diretamente ligadas ao motivo inicial, poderiam ser compreendidas analogamente pelo mesmo conhecimento (Delizoicov; Angotti, 2000). Nesse sentido, as ideias e as experiências dos alunos são a conexão entre a intervenção do professor e o controle dos alunos sobre a própria aprendizagem.

Nessa fase há, portanto, a necessidade de se ampliar o quadro das informações adquiridas de forma a entender cientificamente o fenômeno estudado. Nessa lógica, as intenções didáticas da ação prática estariam relacionadas à aquisição de uma noção global qualitativa dos modos e dos motivos pelos quais os íons interagem; a capacitação para analisar, entender e até mesmo intervir, caso necessário, em transformações químicas (Abreu *et al.*, 2006).

No Terceiro Momento, os Grupos Base receberam para análise amostras hipoteticamente coletadas em diferentes pontos do local apresentado no estudo de caso. Tais porções poderiam apresentar contaminação com os cátions metálicos estudados ou não estarem contaminadas. As amostras foram fortificadas pela professora, que adicionou dois cátions metálicos em cada amostra fornecida aos grupos. Cada uma das cinco amostras continha diferentes combinações dos metais. Os alunos procederam com a análise qualitativa das amostras em dois dias de aula da disciplina (totalizando 6 aulas de 50 minutos). Ao término das análises, a professora comunicou aos grupos que havia recebido resultados de análises das mesmas amostras feitas em laboratório comercial e que tais resultados seriam comparados com os

resultados dos grupos. Algumas das equipes apresentaram resultados contraditórios com relação à presença de zinco e alumínio, visto que a confirmação da presença desses cátions seria pela formação de precipitados gelatinosos e transparentes e não pelo uso dos reagentes específicos para a identificação desses elementos.

Os Grupos Base elaboraram um relatório técnico e uma apresentação para a Secretaria de Meio Ambiente e Saúde da localidade do estudo de caso. As informações solicitadas para o relatório e a apresentação foram a descrição do método de análise utilizado, os resultados obtidos, incluindo as representações das equações das reações de confirmação dos metais e as características desses elementos, conforme solicitado nas questões do Bloco A - Quadro 2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A prática educativa relatada neste trabalho está estruturada diante de uma perspectiva metodológica que se aproxima de concepções da pesquisa da própria prática como meio de se articularem ações didáticas afastadas do enfoque tradicionalista e com vistas à transformação da prática e da valorização e do desenvolvimento de conhecimentos profissionais docentes.

Considera-se que os alunos alcançaram o desenvolvimento dos conteúdos atitudinais por meio de conhecimentos relacionados ao reconhecimento da Química como uma ciência e da importância dos conhecimentos químicos no cotidiano; o respeito ao contraditório e às diferenças de opiniões; a promoção de avanços em relação à liberdade de expressão; a possibilidade de participação em atividades de ensino investigativas; a possibilidade de participação ativa em discussões; a cooperação na execução das atividades em grupo; a aprendizagem das responsabilidades envolvidas na execução de atividades experimentais.

Seguindo a concepção de Postigo *et al.* (2021) para avaliar a implementação de uma nova proposta para o ensino de laboratório de Química Analítica Qualitativa, abriu-se a oportunidade para que os alunos pudessem livremente observar/criticar o planejamento apresentado. À vista

disso, essa ação teve a intenção de contribuir com a prática reflexiva da docente, que buscou superar a reprodução de ações vivenciadas durante a sua formação e permitir que o alunado tivesse contato com um problema atual e a possibilidade de aplicar conteúdos abordados na componente curricular.

De uma forma geral, os discentes relataram que aprenderam sobre “o seu metal” (subtópico) e todos puderam reunir os conhecimentos necessários e indispensáveis para a separação e a identificação de cátions metálicos em amostra de água supostamente contaminada, além de contribuir para a formação docente.

Conforme apontam os relatos dos alunos, a busca pela prática inovadora, a proposição de ações desafiadoras, o incentivo para a tomada de decisões autônomas, além da aproximação entre teoria e prática foram atingidos.

Ademais, surgiram comentários acerca das dificuldades relativas à compreensão de algumas das atividades programadas, tempo de execução, mas não houve uma opinião totalmente contrária à proposta. Nessa lógica, a docente aponta a falta da atribuição dos papéis de redator e de relator dos grupos, que poderia ter facilitado a compreensão de todos os alunos. A definição desses papéis é destacada por Cochito (2004), para que todos contribuam e valorizem-se mutuamente.

Espera-se que a proposta de ensino apresentada possa contribuir com a formação de futuros professores de Química, possibilitando a vivência dos mesmos com múltiplas estratégias de ensino em uma disciplina teórico-prática. Nesse contexto, harmoniza-se a expectativa de que sejam gerados aprendizados acerca da importância da investigação e da reflexão sobre a própria prática na formação inicial e ao longo da ação profissional docente (Bedin; Del Pino, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fundamentado no referencial teórico adotado, depreende-se que o conhecimento prático-profissional docente não é compatível a uma prática

puramente ativista direcionada na experiência pela experiência e na valorização de enfoques tradicionais para o desenvolvimento da ação prático-profissional. Nesse ponto de vista, a exploração dos dados coletados permitiu compreender uma ação formativa alternativa à perspectiva tradicional, bem como alavancar a evolução das ideias dos sujeitos sobre a ação prática investigativa fundamentada, tanto no que se refere à aplicação de metodologias de ensino, quanto ao emprego de múltiplas estratégias de ensino.

Considera-se que as concepções dos sujeitos estão relacionadas a dois fatores principais: o primeiro alusivo ao tipo de processo formativo ao qual estão submetidos e o segundo, às vivências escolares. Nesse contexto, acredita-se que as experiências práticas, aliadas aos possíveis movimentos reflexivos delas decorrentes, promovem uma constante dialética entre a prática investigativa e a proposta formativa. Nessa lógica, deduz-se que as propostas investigativas de ensino aplicadas nesta pesquisa são hábeis para incidir no desenvolvimento profissional dos sujeitos, visto que incentivam a inter-relação entre teorias formalizadas, o desenvolvimento do conhecimento prático, bem como a crítica relativa à importância de ações docentes inovadoras.

Para finalizar, espera-se que este trabalho contribua com a prática docente de professores formadores e auxilie no estímulo de professores em formação para que reconheçam que a elaboração e a aplicação de práticas diferenciadas têm um papel fundamental como artifício para superar atitudes simplificadoras, acabadas e fragmentadas, e podem, efetivamente, contribuir para os processos de ensino e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ABREU, D. G.; COSTA, C. R.; ASSIS, M. D.; IAMAMOTO, Y. Uma proposta para o ensino da Química Analítica Qualitativa. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 6, pp. 1381-1386, 2006. DOI: 10.1590/S0100-40422006000600039. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/XbrHYFHwr9bYlr38tM4J7Cj/?lang=pt>. Acesso em: 18 jun. 2024.



BACCAN, N.; GODINHO, O.E.S.; ALEIXO L.M.; STEIN, E. **Introdução à semimicroanálise qualitativa**. 7. ed. Campinas: Editora UNICAMP, 1997.

BASTOS, F.; NARDI, R.; DINIZ, R. E. S.; CALDEIRA, A. M. A. Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca dos processos de ensino e aprendizagem de Ciências: revistando os debates sobre Construtivismo. *In*: NARDI, R.; BASTOS, F.; DINIZ, R. E. S. (org.). **Pesquisas em ensino de ciências: contribuições para a formação de professores**. São Paulo: Escrituras, 2004, p. 9-55.

BEDIN, E.; DEL PINO, J. C. Da discência à docência: concepções e perspectivas na formação inicial de professores de química sobre a Sequência Didática – SD. **Revista Exitus**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 119–147, 2019. DOI: 10.24065/2237-9460.2019v9n1ID718. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.ufopa.edu.br/index.php/revistaexitus/article/view/718>. Acesso em: 25 ago. 2024.

BEGO A. M.; OLIVEIRA R. C.; CORRÊA R. G. O papel da Prática como Componente Curricular. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 250-260, ago. 2017. DOI: 10.21577/0104-8899.20160082. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_3/06-EA-26-16.pdf. Acesso em: 25 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP nº 2, de 01 de julho de 2015**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/agosto-2017-pdf/70431-res-cne-cp-002-03072015-pdf/file>. Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Ética em Pesquisa. **Ofício Circular nº 17/2022/CONEP/SECNS/MS**. Orientações sobre a aplicabilidade da Resolução CNS nº 510/2016 às pesquisas que não envolvem seres humanos. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/aceso-a-informacao/sobre-o-conselho/camaras-tecnicas-e-comissoes/conep/legislacao/oficios-circulares/oficio-circular-no-17-de-5-de-julho-de-2022.pdf/view>. Acesso em: 21 dez. 2024.

COCHITO, M. I. S. **Cooperação e aprendizagem: educação intercultural**. Lisboa: Alto Comissariado para a Imigração e Minorias Étnicas, 2004. 198 p. Disponível em: <https://www.cidadaniaemportugal.pt/wp-content/uploads/recursos/cooperacao-e-aprendizagem.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2024.

COLL, C.; *et al.* **Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

DANTAS, M. J.; SILVA, M. G. L.; SANTOS FILHO, P. F. Um estudo em química analítica e a identificação de cátions do grupo III. **Educación Química**, Ciudad de México, v. 22, n. 1, p. 32-37, 2011. Disponível em:



http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2011000100006&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 18 jun. 2024.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Metodologia do ensino de Ciências**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

FATARELLI, I. F. C.; FERREIRA, L. N. DE A.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 161-168, 2010. Disponível em: http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc32_3/05-RSA-7309_novo.pdf. Acesso em 18 jun. 2024.

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

LABURU, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003. DOI: 10.1590/S1516-73132003000200007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/PSPp8GDNBD4XwVWnZx3MPqz/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 25 ago. 2024.

LOURENCETTI, C. Proposal of an investigative case to context Qualitative Analytical Chemistry subjects. In: ANAIS DA 43ª REUNIÃO ANUAL VIRTUAL DA SBQ, 2020, Online. **Anais eletrônicos...** Campinas, Galoá, 2020. Disponível em: https://proceedings.science/proceedings/100141/_papers/119431/download/abstract_file1?lang=pt-br. Acesso em: 15 jan. 2025.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000. DOI: 10.1590/S0100-40422000000200022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/QZSvNkKHJHG3Wk6XsSd7Phb/>. Acesso em: 25 ago. 2024.

MOREIRA, M. A; ROSA, P. R. S. **Subsídios Metodológicos para o Professor Pesquisador**. Pesquisa em Ensino: Métodos Qualitativos e Quantitativos. 1. ed. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 2009. 83 p.

POSTIGO, J. P.; BARBOSA, H. F. G.; CALEFI, R. M.; JESUS, J. H. F.; CERVINI, P.; BUORO, R. M.; OTERO, R. L. S.; CAVALHEIRO, E. T. G. Uma proposta para o ensino de laboratório de química analítica qualitativa. **Química Nova**, São Paulo, v. 44, n. 4, p. 502-511, 2021. DOI: 10.21577/0100-4042.20170673. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/9mFW6QtQf9YdZ34nXQyvqzC/?lang=pt>. Acesso em: 25 ago. 2024.



QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F. O. **Estudos de caso no ensino de ciências naturais**. São Carlos: Art Point, 2016.

RAMOS, K. C. de A. B.; FONSECA, L. C. de S.; GALIETA, T. Visões sobre o ser humano e as práticas docentes no ensino de Ciências e Biologia. **Revista Exitus**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 305–331, 2018. DOI: 10.24065/2237-9460.2018v8n1ID399. Disponível em:

<https://portaldeperiodicos.ufopa.edu.br/index.php/revistaexitus/article/view/399>. Acesso em: 25 ago. 2024.

RIBEIRO, M. M. G. Prática como Componente Curricular. **Portal do MEC**, 2016. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2016/37541-cne-seminario-formacao-professores-2016-apresentacao-06-marcia-gurgel-pdf/file>. Acesso em: 18 jun. 2024.

SCHMITZ, G. L.; TOLENTINO-NETO, L. C. B. de Caracterização da prática como componente curricular em cursos de licenciatura em ciências biológicas e em química do estado do Rio Grande do Sul. **Formação Docente – Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**, [S. l.], v. 15, n. 34, p. 70-84, 2023. DOI: 10.31639/rbpf.v15i34.684. Disponível em: <https://www.revformacaodocente.com.br/index.php/rbpf/article/view/684>. Acesso em: 25 ago. 2024.

SILVA, A. F. da; FERREIRA, J. H.; VIERA, C. A. O ensino de Ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora. **Revista Exitus**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 283–304, 2017. DOI: 10.24065/2237-9460.2017v7n2ID314. Disponível em:

<https://portaldeperiodicos.ufopa.edu.br/index.php/revistaexitus/article/view/314>. Acesso em: 25 ago. 2024.

TRIPP, D. Pesquisa – ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

VOGEL, A. I. **Química analítica qualitativa**. 5. ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981.

Recebido em: 25 de agosto de 2024.

Aprovado em: 15 de janeiro de 2025.

Publicado em: 01 de fevereiro de 2025.

