

Contribuições da reelaboração de atividades experimentais na perspectiva do Ensino por Investigação em um curso de graduação em Química

Contributions of the re-elaboration of experimental laboratory work from the perspective of inquiry teaching in an undergraduate course in Chemistry

Raniele Aparecida da Silva, Francislainy Natália da Silva, Isadora Mota Oliveira, Matheus Henrique da Silva, Rita de Cássia Suart

Universidade Federal de Lavras
ranieleaparecidasilva@gmail.com

Resumo

O Ensino de Química não deve estar focado apenas na transmissão de conteúdo, mas em promover uma formação crítica e cidadã dos estudantes. Uma estratégia que vem sendo utilizada é o Ensino por Investigação, possibilitando aos estudantes construir seu próprio conhecimento, através da argumentação, elaboração de hipóteses e análises de variáveis. Assim, o projeto de pesquisa desenvolvido em uma universidade mineira, intitulado “Atividades Investigativas no Ensino de Química”, têm por finalidade realizar estudos e propor a elaboração e reelaboração de atividades experimentais na abordagem investigativa. Neste trabalho, analisou-se dois roteiros experimentais e também as aulas ministradas para o desenvolvimento do conceito de Densidade. A partir dos resultados, percebeu-se a importância da reelaboração dos roteiros e do quanto as aulas, desenvolvidas na perspectiva do Ensino por Investigação foram enriquecedoras, visto que os estudantes participaram de maneira ativa das atividades e os professores envolvidos reconheceram as contribuições da abordagem de ensino utilizada.

Palavras chave: ensino por investigação, experimentação, roteiros experimentais, regência de aulas.

Abstract

The teaching of chemistry should not be focused only on the transmission of content, but on promoting a more critical and citizen development of the students. One strategy that has been used is Inquiry Teaching, enabling students to build their own knowledge through argumentation, hypothesis elaboration and analysis of variables. Thus, the research project developed at an university in Minas Gerais, entitled "Inquiry Activities in Chemistry Teaching", aims to carry out studies and propose the elaboration and re-elaboration of experimental activities in the inquiry approach. In this work, we analyzed two experimental scripts and also the classes taught for the development of the Density concept. From the results, we verified the importance of the re-elaboration of the scripts and of how much the classes, developed in the perspective of Inquiry Teaching, were enriching, since the students

participated in an active way in activities and the teachers involved recognized the contributions of the approach used.

Key words: inquiry teaching, laboratory work, experimental scripts, class regency.

Introdução

O Ensino de Química não pode mais ser desenvolvido por meio de abordagens tradicionais, baseado em modelos de ensino e aprendizagem nos quais os conteúdos são ensinados de forma pouco relacionada e por meio de práticas docentes ultrapassadas, como, por exemplo, aulas estritamente expositivas. Em contrapartida, a educação deve possibilitar que os estudantes construam seu próprio conhecimento, buscando uma formação mais cidadã, para que possam tomar decisões que envolvam assuntos e problemas relacionados à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (MALDANER, 2013; SASSERON, CARVALHO, 2008).

Para promover uma formação mais crítica e cidadã dos estudantes, uma abordagem de ensino que pode ser utilizada pelos professores é o Ensino por Investigação. Por meio desta abordagem de ensino, ao propor uma questão ou situação problema, o professor prioriza a participação do aluno na construção de seu conhecimento e proporciona momentos para que os estudantes possam argumentar, construir hipóteses e aprender conceitos (FREIRE, 2014; MALDANER, 2013).

Segundo Silva (2011), os protocolos e as aulas experimentais devem apresentar elementos pedagógicos que são indispensáveis para uma proposta ser considerada investigativa, sendo eles: questões pré-laboratório, questão problema, questões durante as aulas, sistematização, questões pós-laboratório. É possível, ainda, analisar o papel do experimento e a maneira como a atividade prática foi realizada, e ainda, classificar cada um destes elementos em diferentes níveis de investigação, de acordo com a forma pela qual o professor planejou ou ministrou a atividade ou sua aula, respectivamente.

Para desenvolver atividades experimentais investigativas, os professores precisam pensar em aulas que, além dos conceitos científicos, desenvolvam habilidades sociais, pessoais e argumentativas. Desta forma, para elaborar aulas que contemplem essa proposta, professores em formação inicial e continuada precisam aprender e discutir não somente os conteúdos específicos da disciplina, mas também compreender como relacionar tais ideias com aspectos relacionados à prática docente. Ainda, durante sua formação, é essencial que os professores em formação consigam refletir criticamente sobre novas metodologias de ensino e aprendizagem, como, por exemplo, a abordagem de Ensino por Investigação (SUART, MARCONDES, 2018).

Com o intuito de promover o desenvolvimento de habilidades como raciocínio, argumentação, interpretação e discussão de dados em estudantes de Ensino Médio e Superior, o projeto intitulado “*Atividades Investigativas no Ensino de Química*”, desenvolvido em uma Universidade Mineira, têm por finalidade realizar estudos teóricos e propor a elaboração e reelaboração de atividades experimentais, no Ensino Médio e superior, incentivando a participação ativa dos estudantes, possibilitando assim, que eles construam seu próprio conhecimento.

Sendo assim, este trabalho tem por objetivo analisar o Nível de Investigação apresentado em dois Roteiros Experimentais, bem como na regência dessas aulas, para o desenvolvimento do conceito de Densidade durante a disciplina de Química Geral em uma Universidade Pública do Sul de Minas Gerais.

Metodologia

Este trabalho apresenta características de uma pesquisa qualitativa, uma vez que o pesquisador está inserido em seu ambiente de investigação, o que atribui uma atenção maior ao processo e não apenas ao produto (LUDKE; ANDRÉ, 1986).

Uma licencianda (L), bolsista de um projeto de pesquisa e extensão, realizado em uma Universidade Mineira, intitulado “*Atividades Investigativas no Ensino de Química*”, e sua professora orientadora/mediadora (PM), desenvolvem estudos relacionados à proposição de atividades experimentais na abordagem de Ensino por Investigação no Ensino de Química. Para consolidar os estudos realizados, PM e L, juntamente com a colaboração da professora responsável pela disciplina (PRD) de Química Geral Experimental do curso, analisam e reelaboram os roteiros das aulas experimentais (RE) utilizados frequentemente na disciplina.

Por meio dos roteiros reelaborados, PM, L e PRD propõem ações que contribuam para o desenvolvimento de conceitos e também de habilidades pelos estudantes, como análise e identificação de variáveis, elaboração de hipóteses e interpretação de gráficos e tabelas. As aulas ministradas pela PRD, sejam as reelaboradas ou não, também são gravadas em áudio e vídeo, para que se possam avaliar os aspectos inerentes ao contexto da sala de aula, os quais podem contribuir ou dificultar o desenvolvimento das ações relacionadas à perspectiva do Ensino por Investigação.

Neste trabalho, serão analisados dois roteiros experimentais elaborados para o desenvolvimento do conceito de Densidade. O primeiro roteiro (REI) foi elaborado pela PRD, juntamente com outros professores que já ministraram a disciplina, e vem sendo utilizado há vários semestres. O segundo roteiro (REE) foi elaborado por L, PM e PRD após análise crítica de REI. Com relação à regência das aulas, destaca-se que a primeira, relacionada ao REI, foi ministrada apenas pela PRD e a segunda aula, relacionada ao REE, foi ministrada por PRD com o auxílio da L. Isso ocorreu devido ao fato de a PRD ter pouco conhecimento dos elementos e ações essenciais do Ensino por Investigação. As duas aulas foram registradas em áudio e vídeo, e, para evidenciar a análise, serão demonstrados excertos das transcrições.

O REI e o REE, bem como as aulas, foram analisados de acordo com os elementos pedagógicos propostos por Silva¹ (2011). O Quadro 1, detalha os elementos pedagógicos e as características dos níveis de investigação:

¹ Silva (2011), propõe vários elementos pedagógicos considerados essenciais em atividades por investigação. No entanto, neste trabalho, serão analisados apenas alguns desses elementos.

Elementos	C1	C2	C3	C4
	Não apresenta características investigativas	Tangencia características investigativas	Apresenta algumas características investigativas	Atividade investigativa
Pré-Laboratório	Direcionado à apresentação de conceitos e a aspectos operacionais: apresentação da vidraria e do que ocorrerá no laboratório, não há pesquisa.	Discussão das questões apresentadas na problematização.	Baseado em pesquisa dos alunos sobre os conceitos a serem explorados no laboratório.	Levantamento de hipóteses, proposição de procedimentos pelos alunos, com base em pesquisas e no próprio conhecimento.
Questão problema/ Problematização	Não apresenta.	Retoma ou remete à questão ou problematização inicial.	Apresenta novas questões para serem investigadas e estão relacionadas ao tema.	Um problema bem delineado, cujas respostas poderão ser alcançadas por meio da realização de uma atividade, busca de informações e discussão.
Questões durante as aulas	Não exploram conceitualmente os dados obtidos na atividade e nas aulas.	Exploram parcialmente os dados obtidos, sem solicitação de conclusões.	Exploram os dados obtidos, com solicitação de conclusões.	Exploram os dados obtidos, com solicitação de conclusões e aplicação a novas situações.
Atividade pós-laboratório	Não discute a atividade e pouco contextualiza com os conceitos apresentados no objetivo.	Discute as etapas, pede elaboração de tabelas ou figuras, propõe alguns exercícios.	Discussão das etapas, elaboração de tabelas ou figuras, comparação das concepções iniciais com os dados obtidos e elaboração de explicações a partir das comparações feitas.	Aluno expõe suas ideias, confronta com os colegas, compara, estabelece relações, observa os processos de controle das variáveis.

Quadro 1: Níveis investigativos para análise dos protocolos experimentais e aulas ministradas

É importante destacar que as aulas foram ministradas a vinte e cinco alunos do primeiro período do curso de Licenciatura em Química. Ainda, as aulas foram ministradas para turmas diferentes, uma vez que, primeiramente, L gravou e assistiu às aulas ministradas corriqueiramente por PRD, e depois, após reflexões com PM e PRD, o roteiro foi reelaborado e a aula ministrada para uma nova turma.

Resultados e Discussões

O roteiro experimental elaborado pela PRD apresentava, para iniciar a aula prática, definições sobre o conceito de densidade, assim como, a equação para determinar matematicamente a densidade, como pode ser evidenciado no trecho a seguir:

“Dizer que a densidade da água é 1 g cm^{-3} (25°C , 1 atm) é o mesmo que dizer que a massa de água que ocupa um volume de 1 cm^3 é 1 g .

[...]Conhecendo-se o volume e pesando-se o líquido (ou solução) que ocupa totalmente este volume conhecido, calcula-se a densidade efetuando-se a divisão da massa (somente do líquido) pelo volume do mesmo m^3 . ”

$$d = \frac{m}{v} \frac{\text{massa (g)}}{\text{volume (mL)}} \frac{\text{massa (Kg)}}{\text{volume (m}^3\text{)}} \text{ ou } d = 0,560 \text{ g mL}^{-1} \text{ cm} \text{ (ou } \text{g cm}^{-3}\text{)} \text{ ou } d = 560 \text{ kg m}^{-3}$$

Ainda no protocolo, a docente apresenta todo o procedimento que deve ser realizado para o experimento, não possibilitando a participação ativos estudantes na proposição de hipóteses, elemento relevante para o desenvolvimento do Ensino por Investigação. As classificações dos níveis de investigação dos elementos pedagógicos do REI estão apresentados no Quadro 2, a seguir:

Elementos pedagógicos	Nível de Investigação de REI
Pré-laboratório	C1
Questão problema/problematização	C1
Questões durante a aula	C1
Atividades pós-laboratório	C1

Quadro 2: Níveis de investigação do protocolo e aula ministrada pela professora.

É possível perceber, a partir do Quadro 2, que a PRD não propõe questões antes da realização do experimento para levantar as ideias iniciais apresentadas pelos estudantes. Assim, o elemento pré-laboratório foi classificado na categoria C1. A professora, ainda, não apresenta uma questão problema para instigar os estudantes. Assim, esse elemento pedagógico também foi classificado no nível de investigação C1.

Em REI, a PRD não propõe questionamentos para serem realizados após a realização do experimento, assim, esse elemento pedagógico também foi classificado no nível C1.

Os elementos pedagógicos e os níveis de investigação da aula ministrada pela PRD estão descritos no Quadro 3:

Elementos pedagógicos	Nível de Investigação da aula, ministrada por PRD
Pré-laboratório	C1
Questão problema/problematização	C1
Questões durante a aula	C2
Atividades pós-laboratório	C1

Quadro 3: Níveis de investigação da aula ministrada pela PRD

Foi possível observar, pela gravação das aulas, que durante a regência a professora não propõe questões pré-laboratório ou uma questão problema, o que dificultou a compreensão dos estudantes quanto ao porquê estudar o referido conceito, proporcionando aos alunos pouca oportunidade para elaborar hipóteses e para a construção mais significativa de seu próprio conhecimento. Desta forma, estes elementos são classificados no nível de investigação C1.

Apesar de no roteiro experimental a PRD não apresentar questões para realizar durante a aula, ao analisar o vídeo da aula ministrada, é possível perceber que a professora realiza várias perguntas para retomar os conceitos vistos durante a realização da prática, conforme descrito a seguir:

“Ao misturar água e etanol qual vai ser a densidade?”

Qualquer mistura entre água e etanol vai apresentar uma densidade de 0,9? E se tiver mais água? A densidade vai ser 0,9? ”

O que quer dizer 96% v/v? ”

As questões realizadas durante a aula foram classificadas no nível de investigação C2, pois exploram parcialmente alguns dados, mas não possibilitam que os alunos elaborem suas conclusões.

Apesar de ter elaborado questões durante a aula, a PRD não disponibiliza tempo para os estudantes responderem às questões. Ainda, é possível perceber que a professora realiza questionamentos uma única vez, e, como os alunos não respondem as questões, ela acaba respondendo a própria pergunta. Assim, percebe-se que a professora elabora diversas questões em sequência, o que pode dificultar a participação dos alunos durante a aula (GAUTHIER et al., 2013).

Neste sentido, o protocolo e aula ministrada pela professora responsável pela disciplina de Química Geral Experimental não apresentaram uma questão problema e possibilitaram pouca participação dos estudantes no processo de construção de seu conhecimento, não evidenciando características do Ensino por Investigação.

Assim, ao reelaborar o protocolo para a aula, a licencianda, juntamente com a PM e a PRD, buscam elementos para contemplar algumas das características do Ensino por Investigação.

A classificação dos elementos pedagógicos do REE encontra-se no Quadro 4:

Elementos pedagógicos	Nível de investigação de REE
Pré-laboratório	C3
Questão problema/problematização	C3
Questões durante a aula	C1
Atividades pós-laboratório	C3

Quadro 4: Níveis de investigação de REE e aula ministrada

O protocolo reelaborado para a aula de densidade, apresenta um objetivo e, logo após, as seguintes questões prévias para serem propostas aos estudantes:

O que é densidade?

O que é necessário para identificar a densidade de determinado material?

*Os fatores físicos químicos influenciam na densidade? Justifique
Como você utiliza a densidade em seu dia a dia?*

O elemento questões pré-laboratório foi classificado no nível de investigação C3, pois os questionamentos propostos são baseados em pesquisa dos alunos sobre os conceitos a serem explorados no laboratório. Ao conhecer as ideias prévias dos estudantes, licencianda e professoras utilizam de estratégias e metodologias diferenciadas para alcançar um ensino mais significativo, uma vez que a construção de novos conceitos ocorra partir dos conceitos que os alunos já apresentam (MELLADO, 1998).

A questão problema proposta foi classificada no nível C3, já que é um problema bem delineado, cujas respostas podem ser alcançadas por meio da realização de uma atividade, busca de informações e discussão. A questão problema proposta em REE foi retirada de um livro² que contempla apenas atividades de natureza investigativa. A questão problema utilizada foi a seguinte:

A falsificação de joias é uma prática ilegal realizada com fins de lucratividade. Vendem-se peças supostamente de ouro, que na verdade contêm outros metais menos nobres, de menor valor comercial, pelo preço de uma legítima. Ao comprar uma joia de ouro, seu comprador desconfiou que pudesse ter sido enganado. Como saber se a joia comprada é verdadeira, sem danificá-la?

Ao propor uma questão problema, o professor deve orientar e instigar os alunos a resolvê-la. Sendo assim, a questão problema deve estar relacionada ao cotidiano do aluno. Desta forma, o estudante pode identificar o problema e perceber a importância e aplicação dos conceitos desenvolvidos durante a aula e relacioná-los com o seu cotidiano. Ao investigar a situação problema, os alunos podem criar, pensar e explorar diferentes formas de conhecimento na busca de possíveis soluções para o problema (CARVALHO, 2013).

Para o decorrer da aula, não são apresentadas, no REE, questões para a discussão, a fim de que os estudantes relacionassem o experimento que estavam realizando com o conceito de Densidade ou para retomada de ideias iniciais e das aulas anteriores. Assim, esse elemento foi classificado no nível de investigação C1.

O elemento atividade pós-laboratório, no REE, foi classificado no nível de investigação C3, uma vez que os questionamentos propostos para serem realizados após o experimento possibilitam que os estudantes comparem suas ideias iniciais com os dados obtidos durante o experimento. Conforme o excerto extraído do REE:

“O que é densidade?”

O experimento realizado pode ser considerado preciso para determinar a Densidade dos materiais? Justifique.

Retomar a Questão Problema Inicial ”

No Quadro 5, encontram-se os elementos pedagógicos e os níveis de investigação da aula ministrada pela professora com o auxílio da licencianda:

² Questão problema retirada do livro Atividades Experimentais de Química no Ensino Médio: reflexões e propostas. Disponível em <<http://gepeqiusp.wixsite.com/gepeq/publicaes>>

Elementos pedagógicos	Nível de Investigação da aula, ministrada por PRD e L
Pré-laboratório	C1
Questão problema/problematização	C1
Questões durante a aula	C3
Atividades pós-laboratório	C1

Quadro 5: Níveis de investigação do roteiro da aula ministrada por PRD e L

As questões pré-laboratório e a questão problema foram classificadas no nível C1, pois foram apresentadas apenas através de um questionário para os alunos responderem de forma escrita, não sendo discutidas previamente com os estudantes. Embora a licencianda esteja envolvida em um ambiente de discussões e práticas relacionadas ao Ensino por Investigação, percebe-se que, ao iniciar a aula, ela tem uma postura tradicionalista. O nervosismo e ansiedade, diante da regência da aula, podem ter contribuído para que, mesmo propondo tais elementos pedagógicos no REE, durante a aula, L não conseguiu discutir as questões pré-laboratório e a questão problema com os estudantes. Assim, é possível perceber que suas concepções implícitas ainda diferem-se de suas concepções explícitas, ou seja, o que é revelado na teoria ainda não se relaciona à sua prática (PEME-ARANEGA et al, 2009).

No entanto, as questões durante a aula foram classificadas como C3, evidenciando uma mudança de postura por parte da licencianda. Ou seja, de uma postura tradicional ela passou para uma postura investigadora. Isso pode ser justificado pelo fato de ela ter percebido a importância de explorar os dados obtidos a fim de que os estudantes elaborassem conclusões, auxiliando na construção do conhecimento.

Contudo, a atividade pós-laboratório foi classificada como C1, visto que licencianda e PRD não realizaram a sistematização da aula. A licencianda apenas retomou a questão problema, mas, mesmo assim, não discutiu com os estudantes os demais assuntos abordados durante a aula. A sistematização do conhecimento é importante para que o aluno possa explorar, interpretar e aplicar os conceitos em outros contextos e relacioná-los com as aulas seguintes (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2007).

Ao analisar os resultados, percebe-se que a atividade pós-laboratório foi classificada no nível C3 em REE e em C1 durante a regência. Isso implica que a licencianda descreve que iria discutir e comparar os resultados obtidos no experimento, no entanto não executa tal ação. Um dos motivos para tal fato pode ter sido o tempo da aula e a pouca prática ao se trabalhar em sala de aula por meio da abordagem do Ensino por Investigação (PEME-ARANEGA et al, 2009; GAUTHIER, 2013).

Conclusão

Este trabalho teve como propósito analisar os Níveis de Investigação de roteiros experimentais, bem como das aulas ministradas por meio desses roteiros, antes (REI) e após a sua reelaboração (REE), para o desenvolvimento do conceito de densidade em uma disciplina de Química Geral de um curso de licenciatura, com o propósito de se alcançar aspectos relacionados a uma perspectiva de Ensino por Investigação. Ao analisar os roteiros experimentais, percebe-se o quanto a proposta evoluiu com relação aos níveis investigativos. Entretanto, as análises das aulas ministradas evidenciam dificuldades no desenvolvimento de

ações e habilidades relacionadas ao Ensino por Investigação. No entanto, a reelaboração do roteiro foi fundamental para auxiliar a professora da disciplina e a licencianda, para que as aulas abrangessem características investigativas.

Apesar de o Ensino por Investigação ser uma estratégia já amplamente discutida por pesquisadores do Ensino de Ciências, e já implementada por alguns professores, no Ensino Superior essa abordagem de ensino ainda é pouco utilizada. Assim, evidencia-se a importância do projeto “*Atividades Investigativas no Ensino de Química*”, uma vez que as propostas de atividades desenvolvidas em seu âmbito podem auxiliar os alunos a serem mais ativos em sala de aula, auxiliando na construção de seu conhecimento e no desenvolvimento de diversas habilidades, como análise e identificação de variáveis, elaboração de hipóteses e interpretação de gráficos e tabelas.

Ainda, a proposta do projeto foi enriquecedora, tanto para a licencianda quanto para a professora responsável pela disciplina, ficando evidente que ambas refletiram sobre suas ações docentes tendo a oportunidade de aperfeiçoarem sua prática docente.

Agradecimentos e apoios

UFLA, NEPEQui.

Referências

- CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativa. IN: Carvalho, A. M. P. (org.). Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo, Cengage Learning, 2013.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 2ª Ed. São Paulo: Cortez, 2007, 366p.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa. 48 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2014.
- GAUTHIER, C. et al. Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. 3ª edição. Injuí: Editora Unijuí, 2013.
- LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas. Editora Pedagógica e Universitária LTDA, 1986.
- MALDANER, O. A. A formação inicial e continuada de professores de química. 4 ed. Ijuí: Unijuí, 2013.
- MELLADO, V. The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science. Science Education, v. 82, p. 97-214, 1998.
- PEME -ARANEGA, C.; MELLADO, V.; DE LONGUI, A. L.; MORENO, A.; RUIZ, C. La interacción entre concepciones y la práctica de una profesora de Física de nivel secundario: Estudio longitudinal de desarrollo profesional basado en el proceso de reflexión orientada colaborativa. Revista de Enseñanza de las Ciencias, v. 8, n. 1, 2009, p. 283-303.
- SASSERON, L. H.; DE CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. Investigações em ensino de ciências, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SILVA, D. P. Questões propostas no planejamento de atividades experimentais de natureza investigativa no ensino de química: reflexões de um grupo de professores. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. O processo de reflexão orientada na formação inicial de um licenciando de química visando o ensino por investigação e a promoção da alfabetização científica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 20, 2018.