

Atividade Experimental Investigativa na Formação Inicial de Professores de Química: Ferramenta para o desenvolvimento de Aprendizagem Significativa.

Investigative experimental activity in the initial education of chemistry teachers: Tool for meaningful learning development

Paulo Sergio Calefi

Instituto Federal de Educ., Ciência e Tecnol. de São Paulo, IFSP, Sertãozinho - SP
calefi@ifsp.edu.br

Márcio José dos Reis

Instituto Federal de Educ., Ciência e Tecnol. de São Paulo, IFSP, Sertãozinho - SP
reis.mj@gmail.com

Fernanda Carvalho de Rezende

Universidade de Franca, UNIFRAN, Franca, SP
fezinha_fernanda_carvalho@hotmail.com

Resumo

Nesse trabalho, analisamos os limites e as potencialidades da aplicação de uma atividade experimental investigativa na formação inicial de professores de química. O estudo foi desenvolvido na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa, com os dados analisados a partir da análise de conteúdo. A metodologia investigativa foi apresentada e discutida com os licenciandos; uma atividade foi desenvolvida e, posteriormente, os licenciandos foram inquiridos a proporem uma atividade experimental sob o ponto de vista da metodologia investigativa. Os resultados mostraram a não familiaridade com a metodologia e apontam que resquícios da abordagem tradicional podem ser obstáculos para a sua aceitação, mas por outro lado, indicam grande potencial para a formação do futuro professor, pois propicia condições de desenvolvimento de aprendizagens significativas, uma vez que possibilita que conteúdos sejam abordados a partir do cotidiano dos licenciandos num processo mediado por reflexões.

Palavras chave: experimentação investigativa, formação inicial, aprendizagem significativa.

Abstract

In this study, we aimed to analyze the limits and possibilities of application of an investigative experimental activity in the initial education of chemistry teachers. The study was conducted under the point of view of the Theory of Meaningful Learning, and the data were analyzed based on the content analysis. The investigative methodology was presented

and discussed with the licensees; an activity was developed using the methodology and then was asked to the licensees to propose an experimental activity from the point of view of investigative methodology. The results showed no familiarity with the methodology and point out that the remnants of the traditional approach can be obstacles to its acceptance. But, on the other hand, indicate great potentiality of this methodology for the training of future teachers, as it enables conditions to the development of meaningful learning and it also enables that the chemistry learning can be covered from the everyday concepts of the licensees in a process mediated by reflections.

Key words: investigative experimental activity, initial education of teachers, meaningful learning.

Introdução

Segundo Hodson (1988), para que uma atividade prática tenha sentido de ser realizada é preciso que ela torne o conhecimento adquirido importante para os envolvidos. É preciso que se inter-relacione o que se pretende ensinar com o cotidiano do aluno e com as vivências de cada um e, sobretudo, é preciso que o aluno seja um agente de seu próprio aprendizado. Baseada na metodologia investigativa, a experimentação se torna fundamental para o processo de aprendizagem se conduzida de maneira que, primeiramente, leve à busca dos conhecimentos prévios dos alunos e posteriormente, leve os alunos à reflexão fazendo com que eles necessitem argumentar, contestar, confrontar e associar seus conhecimentos prévios com os novos conhecimentos produzidos (SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995).

Diferentemente da atividade experimental pelo método tradicional, na qual o experimento é normalmente realizado seguindo um roteiro no qual já estão previstos os resultados e os meios para se chegar a tais resultados, a atividade experimental na metodologia investigativa se caracteriza pelos seguintes aspectos: um problema é apresentado aos alunos; diante do problema, os alunos devem elaborar as hipóteses que julgam necessárias para a resolução do problema; levantadas as hipóteses, as mesmas são discutidas e a partir daí segue-se a coleta de dados com o objetivo de verificar a coerência e a consistência de tais hipóteses; a partir dos dados obtidos os resultados devem ser discutidos coletivamente. Na experimentação investigativa, portanto, o aluno deverá ter papel fundamental durante todas as etapas da atividade cabendo a ele um papel ativo no processo de aprendizagem, isto é, cabe ao aluno levantar as hipóteses, coletar os dados para validar ou refutar as hipóteses e discutir os resultados alcançados. Assim, na atividade investigativa o professor é o de mediador do processo (HODSON, 1988;1994).

Portanto, ao considerar que uma atividade experimental deve estar inserida de maneira a desenvolver as habilidades cognitivas dos aprendizes, que deixam de agir de forma passiva no laboratório, pode-se relacioná-la à Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, segundo a qual as informações são organizadas e integradas na mente do indivíduo que as recebe. Porém, essas informações serão aprendidas apenas se conceitos relevantes e inclusivos estiverem disponíveis em sua estrutura cognitiva, podendo estabelecer ligações com novas ideias e novos conceitos, ou seja, aprendizagem significativa ocorrerá quando houver interação entre as novas informações adquiridas com uma estrutura do conhecimento específica, denominada subsunçor, já existente na estrutura cognitiva do indivíduo (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN; 1980).

Por outro lado, conforme aponta Gil-Pérez (1993), a visão indutivista e atórica da experimentação continua a reinar nos cursos de formação inicial. Por causa disso, a

experimentação continua sendo utilizada para demonstrar um processo ou para reproduzir os resultados já estabelecidos para aquela atividade experimental, de modo que não se leva em consideração o levantamento de hipóteses e a utilização dos conhecimentos prévios dos aprendizes. Dessa forma, as atividades práticas transmitem conteúdos já elaborados que não apresentam de fato um problema, não levantam as dificuldades encontradas e não favorecem a participação dos alunos. A consequência disso é a repetição dessa prática na atividade docente.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi investigar, à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, os limites e as potencialidades da aplicação de uma atividade experimental investigativa na formação inicial de professores de química.

Metodologia

Os participantes desta pesquisa foram 7 alunos (3 mulheres e 4 homens) do 4º semestre do curso de Licenciatura em Química. As atividades foram desenvolvidas durante as aulas de Práticas de Ensino. Ocasões nas quais os alunos dispunham de laboratório de química, com vidrarias, equipamentos e reagentes, de bibliografias e de internet para pesquisa. Esta pesquisa tem como base a abordagem qualitativa, na modalidade participante (DEMO, 1984).

Com o propósito de nortear o desenvolvimento das atividades, inicialmente foi aplicado um questionário, que teve por objetivo o levantamento de concepções sobre o processo de ensino-aprendizagem e a identificação dos conhecimentos que os mesmos já possuíam sobre o tema em questão. Posteriormente, foram realizados encontros para apresentação dos fundamentos teóricos da metodologia experimental investigativa aos participantes da pesquisa. Logo após, a atividade investigativa, previamente preparada pelos investigadores, foi proposta aos licenciandos e desenvolvida em 4 encontros, como descrito:

1º Encontro: Os alunos receberam 8 frascos identificados com as letras de A a H. Em cada frasco havia uma substância branca sólida (tabela 1). Em seguida, para orientar a atividade, foi apresentada uma dica sobre a utilização cotidiana de cada uma das substâncias.

Tabela 1 – Sugestão e utilização no dia a dia de cada uma das substâncias.

| Substância* | Utilização |
|-------------|---------------------|
| A | Antiácido |
| B | Laxante |
| C | Tratamento de água |
| D | Construção civil |
| E | Fertilizantes |
| F | Regular a pressão |
| G | Fabricação de doces |
| H | Fabricação de sabão |

*Substâncias (não informadas aos licenciandos), respectivamente de A a H: bicarbonato de sódio, sulfato de magnésio, sulfato de alumínio, hidróxido de cálcio, uréia, cloreto de sódio, sacarose e hidróxido de sódio.

Nesse primeiro momento, foi proposto que os alunos sugerissem uma classificação destas substâncias em orgânicas ou inorgânicas, e depois em ácido, base, sal ou óxido e, se possível, propor algumas de suas propriedades. Em seguida, com o objetivo de verificar se a classificação proposta estava adequada e identificar algumas propriedades de tais substâncias, os licenciandos propunham hipóteses de experimentos que poderiam ser realizados. Essas hipóteses foram todas anotadas e entregues ou apresentadas ao pesquisador.

2º Encontro: No laboratório, os licenciandos deveriam, através de procedimentos escolhidos por eles no encontro anterior, testar as propriedades desses materiais para comprovar se as ideias que tiveram no 1º encontro eram válidas. Houve sempre mediação do pesquisador, tentando propor discussões e ajudar os alunos a construir o conhecimento.

3º Encontro: Os resultados foram discutidos para verificar a validade do que foi relatado pelos alunos e verificar erros.

4º Encontro: Feitas essas atividades, foi sugerido que os próprios licenciandos elaborassem uma atividade para um trabalho investigativo, a qual foi utilizada para melhor análise das contribuições de tal método.

Análise dos Dados

Para análise dos resultados utilizou-se a metodologia da análise de conteúdo, cujo referencial teórico foi Bardin (1977).

A primeira análise, baseada nas respostas ao questionário de caracterização dos Licenciandos em Química, foi realizada no intuito de constatar o que os participantes pensam sobre como deve agir um "bom professor". As respostas evidenciaram que a maioria dos licenciandos ainda não possui familiaridade com metodologias reflexivas de ensino nas quais o aluno é ativo, já que para eles o bom professor é aquele que domina o conteúdo e sabe fazer com que os alunos entendam o que o professor quer ensinar. Assim, os licenciandos enfatizam o ensino e aprendizagem centrada no papel do professor.

Ao analisar as categorias criadas para investigar se os licenciandos conheciam ou não a metodologia experimental investigativa percebeu-se que nenhum participante pode ser inserido na categoria "conhece", pois nenhum soube explicar como a atividade experimental investigativa deve ser conduzida e quais seus pontos principais. Apenas 3 dos 7 participantes mostraram ter um conhecimento superficial do tema, o que pode ser percebido por respostas tais como: *“acredito que seja a técnica da identificação do desconhecido”* na qual se nota que o licenciando entende que tal metodologia baseia-se na investigação e reflexão para se chegar ao resultado, já que o aluno precisa identificar o desconhecido.

Quando um Licenciando diz: *“É a atividade que você vai fazendo questionamento aos alunos, investigando seus conhecimentos e assim dar início as atividades”*, percebe-se grande aproximação do que seja a metodologia investigativa. Porém, essa resposta não foi inserida na categoria que mostra conhecimento da metodologia, pois nessa fala o sujeito não deixa claro o que é afirmado por estudiosos da metodologia investigativa (SUART, 2008; GALIAZZI; GONÇALVEZ, 2004; HODSON, 1994) que dizem que questionamentos devem ser feitos buscando relação com o cotidiano, que não sejam perguntas para as quais respostas “mecânicas” as satisfaçam.

Finalizando essa primeira etapa de caracterização, dois Licenciandos responderam que desconhecem a metodologia. Com as respostas dadas, é possível notar o quão importante seria

a aula para explicação de tal metodologia. Sem isso, seria impossível seguir com a pesquisa, já que ficaram claros os equívocos a respeito do que seja tal metodologia.

A análise da atividade prática investigativa desenvolvida foi realizada elencando categorias nas quais as respostas e atitudes dos Licenciandos pudessem ser incluídas, a fim de verificar aceitação e contribuições de tal método.

Os 7 licenciandos serão aqui denominados de A, B, C, D, E, F e G. Na primeira análise sobre o envolvimento dos licenciandos, na subcategoria participação, anotou-se que apenas o participante G não ficou até o final dos encontros. Porém, pensando em uma participação ativa, apenas os licenciandos A, B, C e F puderam ser inseridos nessa categoria, já que os outros mostraram interesse no primeiro encontro, mas se dispersaram nos demais.

Quando o Licenciando diz: *“desisto, a cada hora a gente chega a uma resposta”*, pode-se perceber também que os alunos tem dificuldade de organizar ideias e de tentar relacionar os resultados obtidos a aqueles a serem desvendados, pois para eles, só há um caminho, uma única resposta possível e uma maneira de descobrir. Tal fato também pode evidenciar a falta dos subsunçores necessários para que um novo conhecimento seja construído.

Pensando agora nos que foram inseridos na categoria "participação", pode-se perceber claramente a vontade dos mesmos para a participação uma vez que procuraram livros, internet, questionaram e estavam, durante todo o tempo, interessados em buscar respostas. Como afirma Hodson (1994), para que a atividade experimental leve ao conhecimento, o aluno precisa estar ativo a buscar a construção do próprio conhecimento.

Os resultados também apontam que a atividade levantou dúvidas nos licenciandos e os colocaram para pensar, já que desde o momento em que as dicas foram fornecidas, eles já começaram a se questionar, pensando em fatos cotidianos, em aulas que já haviam tido na faculdade, e etc. Vale ressaltar, que nesse momento o pesquisador não participa das discussões, deixando que os licenciandos sozinhos levantassem todos os problemas para que tomassem decisão de como iniciar a busca por respostas. Foi possível notar por argumentos dos licenciandos que os objetivos de uma atividade pela experimentação investigativa estavam sendo alcançados: alunos refletindo sobre suas ações, levantando e testando hipóteses, e discutindo os resultados (HODSON, 1994).

Na categoria "aceitação da metodologia", quesito comparação, dois licenciandos fizeram comparações e tentaram lembrar-se de aulas práticas anteriores, feitas pelo modelo tradicional, para se chegar a respostas.

“Ah! Para provar se a substância D é mesmo a cal, vamos jogar em cima da batata. Lembra daquela prática que a gente fez uma vez?” (Licenciando D)

“Eu lembro também que a gente fez um monte de aula de ácido-base, mas sem roteiro eu não lembro nada. Esse é o ruim do roteiro na aula prática, eu fiz várias vezes e não lembro”. (Licenciando C).

Nota-se nos depoimentos dos licenciandos a percepção de que o ensino experimental é auxiliador da construção de conhecimento quando o aluno é quem pensa no que deve fazer, quando eles elaboram estratégias para buscar soluções dos problemas propostos Kasseboehmer e Ferreira (2013).

Já no quesito vontade, incluem-se apenas 3 licenciandos os quais, durante as discussões, anotavam coisas para procurar em casa, não se preocupando com horários e principalmente, eram os que tinham mais paciência para discussão e reflexão quando o teste de alguma hipótese não dava o resultado esperado.

Na categoria "aprendizagem significativa", pensando nos subsunçores, pode-se dizer que todos buscaram seus conhecimentos prévios, já que tudo o que realizaram durante os encontros dependeu de algum conhecimento, mesmo que do próprio cotidiano. Essa busca dos subsunçores começa no momento em que os licenciandos citam quais são as funções inorgânicas e orgânicas: *“Para verificar se são ácidos ou básicos vamos adicionar fenolftaleína. Fica rosa em base!”*, *“Para saber se são polares vamos dissolver em água, se dissolver é polar”*, *“Os que a gente acha que é orgânico vamos colocar fogo. Eles derretem!”*.

Nota-se nessa etapa a construção do conhecimento, onde as respostas só serão obtidas se o objetivo que se pretende atingir estiver intimamente ligado a conceitos que o aluno já tem em sua estrutura cognitiva. Como nenhuma resposta pronta foi dada, o licenciando estaria buscando respaldo em algo já conhecido para solucionar os problemas (HODSON, 1994).

Pesquisadores como Schnetzler e Aragão (1995) apontam que aprender é saber estabelecer relações, aplicar no dia a dia o que se sabe e refletir sobre suas ações mesmo que não se chegue a respostas corretas. O que importa é que o conteúdo não seja transmitido, e sim que haja tentativas de construção de conceitos, para que erros sejam percebidos e discutidos. Os mesmos autores também dizem que tal atividade também serve para verificar se algo foi realmente aprendido no passado. Se os alunos não possuem respostas prontas, eles terão que buscar maneiras de formulá-las em seus conhecimentos prévios. Com isso, percebe-se que mesmo que os licenciandos não tenham utilizado subsunçores adequados (ou mesmo não os possuíssem) o intuito da atividade experimental investigativa, alunos ativos buscando resolver problemas relacionando-os com o que já sabe, foi percebido.

Finalizando a análise, na subcategoria "respostas", todos descreveram quais substâncias estavam em cada frasco, propondo suas propriedades. Nesse momento foi possível notar falta de conhecimento e o hábito de resolverem problemas sem pensar no que estão fazendo. Todos indicaram corretamente o nome de cada substância, porém houve muitos equívocos quanto à função química a que pertenciam.

Foi possível notar, no entanto, um trabalho coletivo de muitas discussões, sendo que ao final, quando as respostas foram entregues ao pesquisador para que fossem feitas as discussões, os próprios alunos já sabiam dos erros conceituais cometidos.

Na atividade realizada houve sempre discussões, sejam entre os licenciandos ou destes com o pesquisador, nas quais, através da reflexão dos erros e acertos, foi possível que se chegasse a conclusões.

Para a análise da atividade experimental pela metodologia investigativa que os próprios licenciandos elaboraram foram utilizadas as categorias "Diferenciação Teórica", "Problematização" e "Aprendizagem do Método".

Nessa etapa, dois licenciandos não foram inseridos. Um não participou de todos os encontros e outro não elaborou a atividade solicitada. Este apenas confeccionou um texto no qual falava um pouco de cada metodologia utilizada em atividades práticas.

Para inserção na primeira categoria, foram levados em consideração aqueles que antes de apresentarem as atividades práticas solicitadas, fizeram uma breve explicação dos dois tipos de metodologia. Três dos licenciandos agiram dessa maneira, sendo que os mesmos mostraram saber diferenciar teoricamente a metodologia investigativa da tradicional, citando os principais pontos.

Na categoria "problematização", apenas dois licenciandos puderam ser inseridos, já que foram os únicos que conseguiram propor problemas que alcançaram os objetivos da

atividade experimental investigativa. Um problema, para atingir os propósitos da atividade investigativa, deve ser contextualizado, buscar conteúdos que não sejam mecânicos e ter relação com o cotidiano dos envolvidos no processo. Problemas que levam a respostas sem reflexão, sem ligação entre conteúdos e sem construção de conhecimentos não podem ser inseridos com o intuito de se criar uma aula investigativa (KASSEBOEHMER; FERREIRA, 2006; PIMENTA, 1993).

Na última categoria, apenas um Licenciando foi inserido, sendo esse um dos mesmos que havia sido inserido na categoria anterior. Os demais se preocuparam apenas em elaborar uma atividade sem roteiro. Porém, sabe-se que uma atividade experimental investigativa vai muito além, pois deve conter problemas contextualizados, alunos ativos no levantamento de hipóteses e discussões das respostas, e o professor com papel de mediador (HODSON, 1994; SUART, 2008).

No experimento que se assemelhou a uma prática investigativa, o intuito era realizar o popular experimento “Sangue do diabo” de forma investigativa para estudar algumas propriedades de ácidos e bases. Percebe-se que o Licenciando tenta mostrar o professor como mediador quando ele se utiliza de perguntas do tipo: *“Por que usar hidróxido de amônio e não outro dos componentes que você possui?”* *“Por que sangue do diabo?”*. As características de uma experimentação investigativa também se evidenciam quando, ao receberem os materiais e os problemas norteadores da atividade, os alunos são levados a coletar informações sobre os reagentes necessários e as hipóteses para a condução do experimento.

Ao finalizar a análise dos resultados obtidos, no quarto encontro, ficou evidente que aqueles licenciandos que participaram mais e que mostraram maior aceitação da metodologia tiveram maior facilidade em compreender como a experimentação investigativa deve ser conduzida. As dificuldades ficaram evidentes na elaboração das atividades, já que em vários pontos, apesar de não ter roteiro, o licenciando deixa claro o que o aluno deve fazer. Por exemplo, não há roteiro numa prática elaborada sobre combustão, porém, o participante dá instrução para construir uma tabela mostrando em qual recipiente a vela irá apagar, ou seja, o aluno já saberia como proceder para verificar quando há combustão. Tais fatos mostram que o elaborador não refletiu sobre o objetivo de ele ser o mediador e o aluno ativo, ou seja, os alunos devem dizer o que fazer com o que lhes foram dados, que tipo de tabela construir (se necessário) e quais os questionamentos e intervenções necessários para que a atividade seja de fato de caráter investigativa. Percebeu-se, no entanto, uma atividade de copismo e reprodução de atividades sem as devidas reflexões. Esse costume vem não só de aulas teóricas como também de aulas práticas em que o bom aluno é aquele que repete sem nenhum erro o roteiro da atividade e chega corretamente nos resultados esperados (GALIAZZI; GONÇALVEZ, 2004).

Considerações finais

Os resultados mostraram que os licenciandos não estavam familiarizados a essa nova metodologia. A falta de conhecimento prévio indica que o conteúdo desenvolvido nos cursos tradicionais ocorre de forma ainda bastante descontextualizada e que, assim, o aluno não vê sentido em aprender para sua vida. Os licenciandos apresentaram, portanto, grande dificuldade em refletir e levantar hipóteses além de resistência ao fato de o professor estar ali para mediar discussões e não para fornecer respostas prontas. Isso se deve, sobretudo, ao fato da não familiaridade com a metodologia, pois como citado por um licenciando, foi essa a

primeira prática que fizeram em que não havia um roteiro e que o professor não foi para a lousa antes de a prática explicar todas as reações que seriam realizadas.

Apesar do desconhecimento da metodologia e do impacto causado no primeiro momento, os participantes da pesquisa mostraram, no entanto, grande potencial para se tornarem reflexivos e construir o conhecimento. Os licenciandos, mesmo com os poucos subsunçores se mostraram capazes de visualizar onde estavam seus erros e tentavam buscar soluções para os mesmos, e o que é importante: tentavam buscar soluções e relacionar o que estava sendo discutido com seu cotidiano. Dessa forma, estavam ativos durante o processo e não estavam apenas decorando as propriedades das substâncias, mas sim entendendo a importância e a aplicabilidade dos conceitos envolvidos no conhecimento. Porém, quatro encontros, como utilizado no presente trabalho não se mostraram suficientes para uma mudança de paradigma e mostraram, no entanto, a necessidade de um trabalho contínuo.

Referências

- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Tradução Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 1977.
- DEMO, P. *Pesquisa participante: mito e realidade*. Rio de Janeiro: SENAC, 1984.
- GALIAZZI, M. C., GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. *Química nova*, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.
- GIL-PÉREZ, D. Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 11, n. 2, p. 197-212, 1993.
- HODSON, D. Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*. v. 20, n.2, p.53-66, 1988.
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, v.12, n.3, p.299-313, 1994.
- KASSEBOEHMER, A.C.; FERREIRA, L.H. A Falta de Professores de Química: concepções dos coordenadores de curso de formação inicial. In: IV Evento de Educação em Química, 2006, Araraquara. *Anais do IV Evento de Educação em Química*, 2006.
- KASSEBOEHMER, A.C.; FERREIRA, L.H. Elaboração de hipóteses em atividades investigativas em aulas teóricas de Química por estudantes de ensino médio. *Química Nova na Escola*, v. 35, p. 58-165, 2013.
- PIMENTA, S.G. Questões sobre a organização do trabalho na escola. *Ideias*, v. 16, p. 78-83, 1993.
- SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R.M.R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de Química. *Química Nova na Escola*, n. 1, p.27-31, 1995.
- SUART, R.C. *Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas*. 2008. 218f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo.