

Atividades experimentais investigativas no ensino de química: resolução e avaliação por licenciandos em química

Rebeca Z. Galvão¹, Gustavo B. Gibin^{1,2}

¹IBILCE, Univ. Est. Paulista - UNESP, R. Cristóvão Colombo, 2265, 15054-000, São José do Rio Preto-SP, Brasil.

²DQB – FCT, Univ. Est. Paulista – UNESP, R. Roberto Simonsen, 305, 19060-900, Presidente Prudente-SP, Brasil.

RESUMO

A pesquisa de abordagem qualitativa foi realizada com os estudantes da disciplina de Instrumentação para o Ensino de Química do curso de Licenciatura em Química da Unesp (Campus Presidente Prudente-SP). Os objetivos do trabalho foram: i) apresentar a proposta atividade experimental investigativa aos estudantes; ii) propor a resolução de problemas por meio dessa abordagem; iii) conhecer e avaliar as respostas elaboradas por eles e iv) conhecer a avaliação deles sobre essa abordagem. Para realização da atividade, quatorze estudantes se dividiram em grupos, que realizaram atividades experimentais investigativas sobre diferentes temas. A proposição de procedimentos e levantamento de hipóteses para solução dos problemas durante a atividade foram executados sem apresentar dificuldades. Após a finalização das atividades, os alunos responderam a um questionário em que apontaram aspectos positivos e negativos do uso de atividades investigativas no ensino de Química. Dos pontos levantados pelos alunos, dois se destacaram: a preocupação com a segurança dos alunos que realizem as atividades e a possibilidade de discussão de um número maior de conceitos em cada atividade.

Palavras-chave: atividade experimental investigativa; licenciandos em Química; ensino de Química.

ABSTRACT

A pesquisa de abordagem qualitativa foi realizada com os estudantes da disciplina de Instrumentação para o Ensino de Química do curso de Licenciatura em Química da Unesp (Campus Presidente Prudente-SP). Os objetivos do trabalho foram: i) apresentar a proposta atividade experimental investigativa aos estudantes; ii) propor a resolução de problemas por meio dessa abordagem; iii) conhecer e avaliar as respostas elaboradas por eles e iv) conhecer a avaliação deles sobre essa abordagem. Para realização da atividade, quatorze estudantes se dividiram em grupos, que realizaram atividades experimentais investigativas sobre diferentes temas. A proposição de procedimentos e levantamento de hipóteses para solução dos problemas durante a atividade foram executados sem apresentar dificuldades. Após a finalização das atividades, os alunos responderam a um questionário em que apontaram aspectos positivos e negativos do uso de atividades investigativas no ensino de Química. Dos pontos levantados pelos alunos, dois se destacaram: a preocupação com a segurança dos alunos que realizem as atividades e a possibilidade de discussão de um número maior de conceitos em cada atividade.

Palavras-chave: atividade experimental investigativa; licenciandos em Química; ensino de Química.

1. Introdução

Atividades experimentais com abordagem investigativa no ensino de Química

A atividade experimental investigativa pode ser considerada como uma contraposição à abordagem da experimentação tradicional, que consiste basicamente na apresentação de um roteiro definido pelo professor. Na abordagem tradicional, os procedimentos são detalhados para a realização do experimento, e os estudantes muitas vezes não raciocinam sobre os conceitos envolvidos e não compreendem o motivo da realização de tais procedimentos.

De acordo com Galiazzi e Gonçalves (2004), professores e alunos possuem visões simplistas sobre a experimentação, de que esta possui a capacidade de comprovar a teoria. Esta visão da experimentação é decorrente visões deformadas sobre a Ciência, que muitos professores possuem. GIL-PÉREZ et al. (2001) apontam que as visões deformadas dos professores sobre a natureza da Ciência podem ser transmitidas para os alunos durante as aulas e assim, promover a propagação destas ideias. As visões deformadas sobre a natureza da Ciência são as seguintes:

- Visão empírico-indutivista e atórica: nessa visão é dado destaque para a observação e a suposta “neutralidade” da experimentação no processo de construção do conhecimento. Além disso, nessa concepção são ignorados os papéis das hipóteses e das teorias na orientação da pesquisa científica;

- Visão rígida, algorítmica, exata e infalível: o conhecimento científico é considerado uma série de etapas realizadas de modo mecânico. Além disso, a Ciência é vista como uma verdade absoluta e que não comete erros;

- Visão apromblemática e ahistórica: não são considerados os problemas sociais ou históricos que deram origem ao conhecimento científico e a sua construção;

- Visão exclusivamente analítica: nessa visão é considerada apenas a divisão parcelar dos estudos para compreender melhor os conceitos, o que acarreta uma visão excessivamente simplificada sobre a natureza da Ciência;

- Visão acumulativa de crescimento linear: a Ciência é vista como um conjunto de conhecimentos que apenas cresce com o tempo e não são levadas em conta as revoluções científicas, em que ocorrem mudanças radicais de paradigmas e teorias são substituídas por outras;

- Visão individualista e elitista: a Ciência é vista como o resultado do trabalho exclusivo de gênios isolados, e não é considerada a importância do trabalho coletivo, uma vez que as sociedades científicas são muito relevantes;

- Visão socialmente neutra: não são levadas em conta as relações entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade. Portanto, ganha força a imagem do cientista como um ser “acima do bem e do mal”.

Dessa forma, a educação formal pode promover essas visões deformadas sobre a natureza da Ciência para os estudantes.

A atividade experimental investigativa apresenta um caráter construtivista, pois a aprendizagem é baseada na resolução de um problema por meio de uma atividade experimental planejada e elaborada pelos estudantes. Assim, as atividades experimentais investigativas consistem na exploração de fenômenos por meio da participação ativa dos estudantes na construção de seu conhecimento (BORGES, 2002). Oliveira (2009) discute que nessa abordagem, os alunos assumem a responsabilidade na investigação, apresentam liberdade no planejamento, elaboração e execução do

experimento. Suart (2008, p. 25) define a atividade experimental investigativa da seguinte forma:

[...] Aquelas atividades nas quais os alunos não são meros espectadores e receptores de conceitos, teorias e soluções prontas. Pelo contrário, os alunos participam da resolução de um problema proposto pelo professor ou por eles mesmos; elaboram hipóteses; coletam dados e os analisam; elaboram conclusões e comunicam os seus resultados com os colegas. O professor se torna um questionador, conduzindo perguntas e propondo desafios aos alunos para que estes possam levantar suas próprias hipóteses e propor possíveis soluções para o problema (SUART, 2008, p. 25).

A elaboração e a realização de testes de hipóteses e a proposição de procedimentos experimentais são aspectos centrais na realização de uma atividade experimental investigativa. Além disso, as atividades experimentais investigativas desenvolvem habilidades cognitivas nos estudantes, que tornam a abordagem muito importante no ensino de Química (SUART, 2008).

HOFSTEIN e LUNETTA (2003) realizaram uma extensa revisão bibliográfica sobre as atividades experimentais investigativas. Os autores defendem que essa abordagem proporciona o desenvolvimento de diversas habilidades aos estudantes, como o planejamento de investigações, o uso de experimentos para coletar informações, com a seguinte interpretação e análise dos dados, além da exposição dos resultados para a turma. De acordo com os autores, há diversas vantagens da atividade experimental investigativa em relação à atividade experimental tradicional como: argumentação e uso de justificativas científicas, mudança atitudinal e aumento de interesse pela Ciência. Também pode ser desenvolvida a aprendizagem efetiva de conceitos científicos, a habilidade de investigação científica, mudança sobre a concepção em relação à natureza da Ciência e melhoria na interação social entre os estudantes. As atividades experimentais investigativas também podem desenvolver habilidades cognitivas nos alunos (SUART, 2008, SUART e MARCONDES, 2009).

Cabe salientar o papel do professor nessa abordagem, consiste em colocar os alunos frente a situações-problema adequadas, orientar os estudantes diante do problema apresentado e proporcionar o auxílio na construção do conhecimento pelos próprios estudantes. Nessa abordagem, o professor atua como um orientador, e não irá fornecer as respostas prontas para os estudantes. Portanto, é importante que os professores conheçam essa abordagem, que a vivenciem enquanto alunos de cursos de Licenciatura e que façam uma análise crítica sobre ela. Nesse sentido, o trabalho foi desenvolvido partindo da seguinte questão de pesquisa: *Quais são os procedimentos sugeridos por licenciandos em Química ao resolverem atividades experimentais investigativas? Qual é a avaliação dessa metodologia pelos licenciandos?*

2. Objetivo

Realizar atividades experimentais investigativas com licenciandos em Química, visando conhecer as propostas de procedimentos de resolução e principalmente a vivência e a avaliação dessa abordagem de ensino.

3. Metodologia

O trabalho foi desenvolvido na disciplina de Instrumentação para o Ensino de Química, com estudantes do quinto ano do curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública localizada na região de Presidente Prudente - SP. As atividades foram realizadas na central de laboratório por quatorze alunos que se dividiram em cinco grupos. Cada grupo, que variou de dois a quatro integrantes, realizou uma atividade investigativa experimental que envolvia uma situação problema diferente.

Em cada atividade, apresentou-se uma problematização inicial após uma introdução teórica sobre os principais conceitos necessários para a resolução do problema. Primeiramente, foi solicitada a resolução do problema por escrito e por meio de esquemas ou de desenhos que representassem a proposta dos procedimentos utilizados. Esse processo foi realizado inicialmente de forma individual e na sequência em grupos. Cada grupo ficou responsável por abordar um único tema na realização da atividade experimental. As atividades foram desenvolvidas durante um período de três horas e meia e os licenciandos não tiveram acesso à literatura científica para auxiliar na resolução, pois eram assuntos principalmente abordados no Ensino Médio e o principal objetivo era desenvolver a vivência dos licenciandos enquanto alunos nessa abordagem. Desejou-se proporcionar aos licenciandos uma mudança de postura em relação ao conhecimento do que saber ou não saber a resposta para cada problema.

A primeira atividade consistiu em determinar a porcentagem de álcool presente em amostras de gasolina comercial. A segunda atividade residiu em prever e determinar o caráter ácido ou básico de substâncias presentes no cotidiano dos estudantes. A terceira solicitava que os estudantes fizessem uma simulação da chuva ácida em laboratório. Na quarta atividade, foi solicitado que os alunos realizassem uma reação química de corrosão de um metal. Por fim, na quinta atividade, foi solicitado aos estudantes para retirar metais pesados de uma amostra de água.

Após a realização dos experimentos, foram discutidas as propostas de cada grupo. Em seguida, aplicou-se um questionário individual contendo três questões abertas, para os licenciandos avaliarem a metodologia de ensino, determinar os aspectos positivos, negativos e as alterações que os licenciandos fariam na aplicação dessa metodologia para turmas de Ensino Médio.

4. Resultados e discussão

De forma geral, os estudantes resolveram sem grandes dificuldades as atividades investigativas. Cabe ressaltar que eram problemas com temas voltados principalmente para alunos do Ensino Médio. Na primeira atividade, sobre a determinação do teor de etanol na gasolina, todos os integrantes do grupo responderam corretamente que era necessário adicionar uma quantidade conhecida de água a uma amostra conhecida de gasolina comercial, para promover uma migração seletiva do etanol para a fase aquosa. Apenas uma licencianda fez uma confusão na explicação do experimento, ao afirmar que a água sairia da amostra da gasolina. Na proposta do grupo, o procedimento experimental foi considerado adequado. A Figura 1 apresenta uma esquematização de sistema proposta, que resolve o problema.

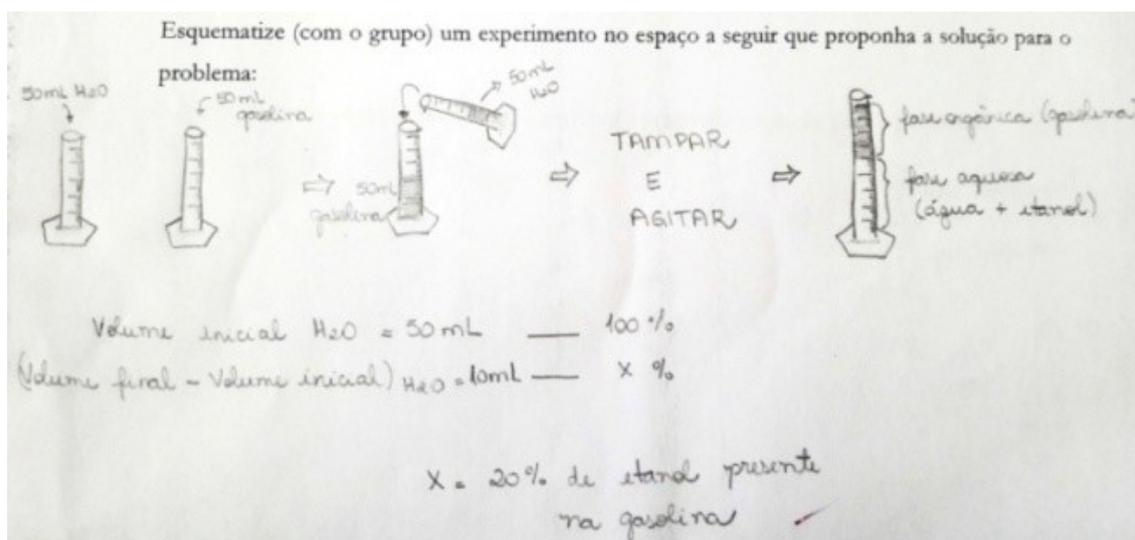


Figura 1: Descrição do sistema para a determinação do teor de etanol na gasolina.

É possível observar na Figura 1 que é proposto a adição de 50 mL de água em um erlenmeyer e 50 mL de gasolina em outro erlenmeyer e depois a água é adicionada ao erlenmeyer que contém a gasolina. O grupo propõe que o sistema seja fechado e agitado e que na sequência, haverá uma separação das fases. Na parte inferior do erlenmeyer estará a fase aquosa, com água e etanol e na parte superior constará a fase orgânica, com a gasolina. O grupo também elabora uma regra de três para determinar a quantidade de etanol presente na amostra inicial de gasolina.

Na segunda atividade, sobre a previsão e determinação do caráter ácido ou básico de substâncias, todos os membros do grupo fizeram a previsão correta e também escreveram procedimentos adequados para a resolução do problema.

Na terceira atividade, sobre a simulação da chuva ácida, todos os integrantes do grupo responderam corretamente que era necessário adicionar uma quantidade de hidróxido de sódio no erlenmeyer, riscar palitos de fósforo e aprisionar os gases dentro do recipiente com o auxílio da rolha. Na proposta do grupo, o procedimento experimental também foi considerado adequado. A Figura 2 apresenta uma esquematização do sistema, que resolve o problema.

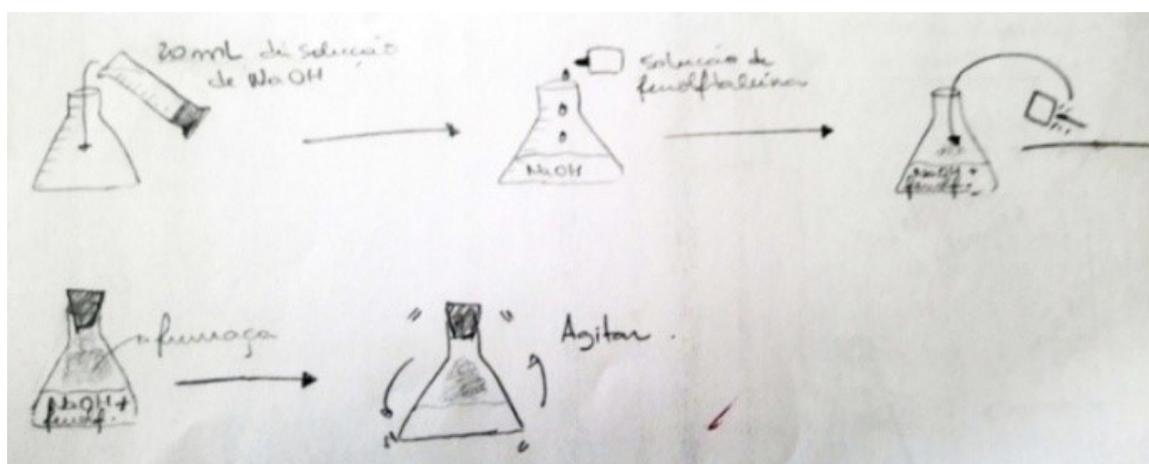


Figura 2: Descrição do sistema para a simulação da chuva ácida.

É possível observar na Figura 2 que, apesar da proposta ser considerada adequada, os estudantes não descrevem as reações químicas ocorridas e também não apresentam

os produtos. Eles apontam que existe uma fumaça presa no sistema e assim, é possível que o grupo compreendeu que haviam gases de caráter ácido, que iriam reagir com a solução básica e promover a mudança de coloração.

Na quarta atividade, sobre a corrosão de um metal por ácido, todos os integrantes do grupo responderam corretamente que era necessário adicionar uma quantidade conhecida de ácido em contato com uma amostra de metal. Apenas um licenciando teve dificuldade de expor a sua proposta, e o fez de forma muito confusa. Apesar do grupo propor um procedimento adequado, cabe salientar que todos os estudantes tiveram dificuldades em representar um sistema que resolvesse o problema.

Na quinta atividade, sobre a retirada de metais de uma amostra de água, todos os integrantes do grupo responderam corretamente que era necessário adicionar uma quantidade de base (NaOH), causando uma precipitação e na sequência fazer uma filtração. Na proposta do grupo, a proposta experimental foi considerada adequada. A Figura 3 apresenta uma esquematização de sistema proposta pelo grupo, que resolve o problema.

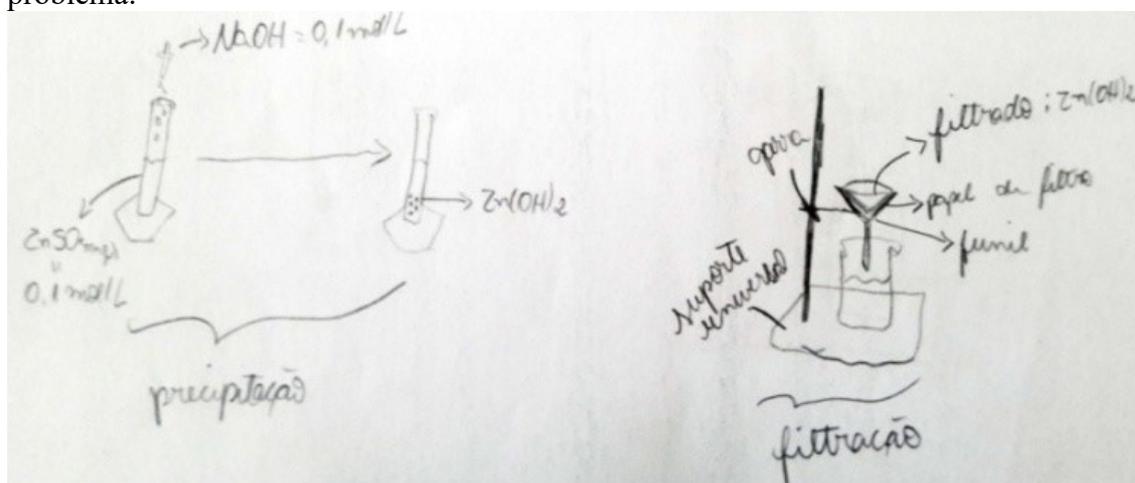


Figura 3: Descrição do sistema para a retirada de metais de uma amostra de água.

É possível observar na Figura 3 que os estudantes esquematizaram a solução do problema em duas etapas. Na primeira etapa, seria adicionada uma solução de hidróxido de sódio à solução de sulfato de zinco. E conseqüentemente iria ocorrer a reação de precipitação, com a formação do hidróxido de zinco, que é insolúvel. Na segunda etapa, seria montado um sistema de filtração, para retirar o hidróxido de zinco insolúvel e coletar a solução filtrada.

Na Tabela 1, é possível observar os pontos positivos levantados pelos licenciandos sobre a abordagem investigativa. Como se pode observar na Tabela 1, a maioria dos estudantes apontou que uma vantagem da metodologia reside em utilizar materiais de fácil acesso e que ela é fácil de ser aplicada no Ensino Médio. A característica de se utilizar materiais de fácil acesso também pode ser aplicada à uma atividade experimental de caráter tradicional. E em relação à aplicação, normalmente, é comum os alunos apresentarem uma resistência inicial à abordagem, uma vez que é exigido deles um papel central nas aulas, pois se eles não fizerem uma proposta de resolução, o problema não será resolvido.

A abordagem tradicional promove uma atitude passiva dos estudantes diante do conhecimento. Portanto, uma mudança para a abordagem investigativa, que tem caráter construtivista, envolve uma alteração das atitudes dos estudantes, e isso pode levar algum tempo, ou seja, pode ocorrer ao longo de algumas atividades investigativas.

Tabela 1: Pontos positivos levantados pelos licenciandos sobre a abordagem investigativa.

Elemento analisado	Número de alunos
Envolve materiais de fácil acesso	8
Fácil de ser aplicado no Ensino Médio	8
Auxilia na habilidade de resolver problemas	3
Desperta a curiosidade dos alunos	2
Não propicia riscos aos alunos	2
Reações envolvem evidências de reações químicas	2
Aproxima a Química da realidade dos alunos	2
Discutir a questão ambiental	2
Aumenta o envolvimento dos alunos	1
Melhora a aprendizagem dos estudantes	1
Promove interações entre os alunos	1
Promove o desenvolvimento do raciocínio dos alunos	1
Aluno ter contato com experimentos	1
Instigar possíveis pesquisadores	1
Aprender por meio dos erros	1
Fazer uma contextualização	1

Uma parte menor dos licenciandos apontou que a abordagem investigativa tem outras vantagens, como: auxilia na habilidade dos alunos de resolver problemas, desperta a curiosidade, não propicia riscos aos estudantes e aproxima a Química da realidade dos alunos. É interessante notar que a maioria dessas afirmações é coerente com o que se observa na literatura (HOFSTEIN e LUNETTA, 2003).

Outra pequena parte dos alunos apontou que essa abordagem aumenta o envolvimento dos alunos, proporciona melhorias na aprendizagem, promove interações entre os alunos e auxilia no desenvolvimento do raciocínio. Cabe salientar que essas afirmações também são coerentes com o que se observa na literatura (HOFSTEIN e LUNETTA, 2003).

Na Tabela 2, são elencados os pontos negativos apontados pelos licenciandos sobre a abordagem investigativa. Os licenciandos apontaram que seria interessante ter mais substâncias e mais indicadores ácido-base para a realização dos testes. Também afirmaram que é importante ampliar a discussão teórica, antes da realização das atividades. É interessante que os licenciandos chamaram a atenção para esse ponto, pois a abordagem é flexível, e o professor pode alterar seu planejamento, de modo a inserir novos conceitos que julgue importantes para a resolução das situações-problema.

Por fim, os licenciandos chamaram a atenção para a questão da segurança nos experimentos. A segurança é um ponto que deve ser discutido durante a formação inicial de professores, pois durante a realização de experimentos, a responsabilidade pela segurança dos estudantes recai sobre o docente. Assim, quando os alunos fazem suas propostas e as apresentam ao professor, se recomenda que o docente peça para revisar a proposta apenas quando se percebe algum risco à segurança.

Tabela 2: Pontos negativos levantados pelos licenciandos sobre a abordagem investigativa.

Elemento analisado	Número de alunos
O uso de gasolina é um problema para segurança	3
Pouca teoria para a atividade	2
Precisa saber sobre reações de redox – não aparece na teoria	1
Aluno precisa de conhecimentos prévios	1
Aluno pode formular ideias erradas e de difícil reversão	1
Risco à segurança em alguns experimentos	1
Alunos precisam de supervisão, para evitar acidentes	1
Segurança - cuidado para alunos não inalar gás e não ingerir o vinagre	1
Tomar cuidado com a liberação do gás hidrogênio	1
Procedimento não alerta sobre a necessidade de repetir três vezes o experimento	1
Poderia ter mais substâncias para serem testadas	1
Usar mais indicadores ácido-base	1

Na Tabela 3, é possível observar as sugestões de melhorias dos licenciandos para as atividades investigativas realizadas.

Tabela 3: Sugestões apresentadas pelos licenciandos sobre a abordagem investigativa.

Elemento analisado	Número de alunos
Acrescentar dados teóricos	6
Fazer melhorias nos materiais usados e nos procedimentos	4
Fazer o experimento com a gasolina na capela ou pátio	3
Fornecer maior número de materiais para os alunos	2
Ter uma amostra não identificada para ser descoberta pelos alunos	2
Dar aula teórica antes da prática	1
Deixar o volume de vinagre já medido para os alunos	1
Fazer a atividade de forma demonstrativa	1
Descartar o gás hidrogênio por segurança	1

A maioria dos licenciandos apontou que seria necessário ampliar os cuidados com a segurança, principalmente em relação ao uso da gasolina. Cabe salientar que durante a realização das atividades, a gasolina não foi exposta ao fogo em nenhum momento. Entretanto, a segurança dos alunos da Educação Básica é de responsabilidade do professor, portanto, é interessante que estes futuros professores já apresentem essa preocupação durante a análise dessa abordagem de ensino. Eles também apontaram que seria necessário fazer mudanças nos procedimentos, adicionando materiais, para ampliar o número de atividades a serem desenvolvidas e as possibilidades de resposta dos alunos. Essa proposta deixa as atividades mais difíceis, e pode ser realizada, desde que o professor conheça bem a turma e os alunos já conheçam também a abordagem investigativa.

5. Considerações finais

É necessário discutir as concepções sobre experimentação dos licenciandos durante a formação inicial, pois muitas delas são equivocadas (GALIAZZI e GONÇALVES, 2004). Apesar disso, nesse trabalho, as concepções apresentadas de forma geral se mostraram adequadas em relação à literatura.

Os licenciandos não tiveram dificuldades na resolução das atividades investigativas. Todos os grupos responderam e executaram os experimentos segundo o que é esperado pela comunidade científica. Apresentaram uma visão crítica sobre a abordagem investigativa, mostrando os aspectos positivos e negativos, assim como as adaptações necessárias para aplicar essa metodologia nas aulas de Química em escolas da Educação Básica. Portanto, a atividade se mostrou interessante ao apresentar uma abordagem de ensino de caráter construtivista e permitiu a expressão das concepções dos licenciandos sobre a aplicação da experimentação investigativa.

É necessário trabalhar na formação inicial de professores abordagens construtivistas, para que os licenciandos tenham essa vivência como alunos, e percebam que o papel do estudante durante as aulas muda, pois ele tem que se tornar um agente ativo no processo de ensino-aprendizagem. Com essa vivência dessa metodologia enquanto estudante, o licenciando pode inserir metodologias construtivistas em sua prática docente com maior facilidade, pois ele compreende melhor como a abordagem é realizada do ponto de vista de um aluno e de um professor.

Referências

- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.9, n.3, p. 291-313, 2002.
- 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. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. Ciência&Educação, Bauru, v.7, n.2, p. 125-153, 2001.
- HOFSTEIN, A. P.; LUNETTA, V. The laboratory science education: foundation for the twenty-first century. Science Education, v.88, p.28-54, 2003.
- OLIVEIRA, R. C. Química e cidadania: uma abordagem a partir do desenvolvimento de atividades experimentais investigativas. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.
- SUART, R. C. Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. Ciências e Cognição, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.