

Os saberes docentes
na contemporaneidade:
perspectivas e desafios
na/pela profissão

18 e 19 de outubro de 2018, Canoas/RS

38° EDEQ

Encontro de Debates sobre o Ensino de Química

PERCEPÇÕES SOBRE CONCEITOS E PROCEDIMENTOS DE GESTÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS NO ENSINO SUPERIOR

Diego de Oliveira Biegler^{1*}(PG), Camila Greff Passos¹ (PQ), Carla Sirtori¹ (PQ)

*diegobiegler@gmail.com

¹Programa de Pós-graduação em Química, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500. Bairro Agronomia. Porto Alegre/RS, CEP: 91501-970.

Palavras-chave: Tratamento de resíduos, desenvolvimento profissional, conscientização ambiental.

Área temática: Educação Ambiental

Resumo: Este trabalho visou analisar as formas de contribuição de uma atividade formativa, para a conscientização dos alunos sobre conceitos e procedimentos de gestão e tratamento de resíduos químicos. A pesquisa foi desenvolvida com os alunos ingressantes nos cursos de Química (Engenharia, Industrial e Bacharelado) de uma Universidade pública brasileira que cursaram a disciplina de Química Geral Experimental no segundo semestre de 2017. Verificou-se, a partir dos questionários aplicados e das imagens geradas pelo software NVivo12, que houve evolução conceitual dos estudantes, contribuindo assim para a formação profissional e social dos alunos.

Introdução

Hoje em dia, seja pela severidade ou pelo desenvolvimento da legislação ambiental no Brasil, seja pelo aumento da conscientização ambiental (Brasil, 1988; 2010), verificou-se uma necessidade crescente por ampliar e desenvolver sistemas de gestão mais eficazes desde uma perspectiva ambiental, social e econômica em âmbitos distintos (educacional, industrial, etc.). Essa perspectiva se sustenta uma vez que muitas universidades do Brasil, cientes de seu compromisso social e do dever que desempenham na formação dos futuros profissionais, assim como dos prejuízos ambientais ocasionados por um descarte inapropriado dos resíduos perigosos gerados ao longo das mais diversas atividades, estabeleceram, desde 1990, planos de gerenciamento de resíduos (Amaral *et al.*, 2001; Gerbase *et al.*, 2005).

Entretanto, existem poucas informações na literatura a respeito de ações formativas realizadas com os estudantes no que se refere à segregação, coleta e formas de tratamentos aplicados aos resíduos formados em aulas experimentais (laboratórios de ensino) e em laboratórios de pesquisa. Esta ampliação na consciência é fundamental para que os futuros profissionais disponham de conhecimentos tanto práticos, como teóricos a respeito de gestão e tratamento de resíduos químicos (Montañes *et al.*, 2012). Desta forma, poderão executar atividades de maneira responsável em seus futuros campos de atuação, como por exemplo, realizar a troca de reagentes tóxicos por outros de menor toxicidade, a redução do volume de reagentes usados nos experimentos, a reutilização das soluções e a reciclagem dos produtos formados (Pence *et al.*, 2013).

Os saberes docentes
na contemporaneidade:
perspectivas e desafios
na/pela profissão

18 e 19 de outubro de 2018, Canoas/RS

38° EDEQ

Encontro de Debates sobre o Ensino de Química

O Instituto de Química da Universidade pesquisada, demonstrando preocupação com este problema, atua desde 1994 estimulando atividades como: coleta seletiva e tratamento de resíduos vindo de laboratórios tanto de pesquisa como os resultantes das disciplinas experimentais de graduação. No que tange os laboratórios de ensino utilizados para aulas ministradas na graduação, existem disciplinas que realizam atividades almejando tanto recuperação dos resíduos como obtenção de reagentes para serem utilizados por outros laboratórios, como a disciplina de Química Geral Experimental, que foi objeto de investigação desta pesquisa.

O projeto piloto nomeado "Ensino e a Química Limpa" foi iniciado em 1998 e teve como objetivo a formação de profissionais em química preocupados com a qualidade e conservação do meio ambiente, além de visar o desenvolvimento e utilização de tecnologias limpas. Os responsáveis por este projeto estavam convencidos de que os profissionais da Química diplomados pela Universidade teriam consciência da preocupação de se evitar a poluição do meio ambiente. Acredita-se que nas suas atividades, estes mesmos profissionais pudessem desenvolver formas que minimizem as emissões de agentes poluentes ou se possível, eliminar os mesmos (Amaral *et al.*, 2001).

De acordo com Jardim (1998), a efetivação de um programa de gestão de resíduos é algo que exige, antes de tudo, mudança de atitudes, e por isto, é uma atividade que traz resultados a médio e longo prazo, além de requerer realimentação contínua. Por ser um programa que, uma vez posto em prática, o mesmo terá atuação perene dentro da unidade geradora de resíduo, é muito importante que o mesmo seja muito bem equacionado, discutido e assimilado por todos aqueles que serão os responsáveis pela manutenção e sucesso do mesmo. Deste modo, as premissas (e condições) básicas para sustentar um programa desta natureza são quatro:

- 1- O apoio institucional irrestrito ao Programa;
- 2- Priorizar o lado humano do Programa frente ao tecnológico;
- 3- Divulgar as metas estipuladas dentro das várias fases do Programa;
- 4- Reavaliar continuamente os resultados obtidos e as metas estipuladas.

Com o intuito de retroalimentar e aperfeiçoar as atividades iniciadas no referido projeto, foi realizada uma investigação em âmbito de mestrado visando contribuir para a conscientização e formação de estudantes dos cursos de química da Universidade quanto aos conhecimentos da área de gestão e tratamento de resíduos químicos gerados nas aulas experimentais e, conseqüentemente, nos laboratórios de pesquisa.

Essa atividade formativa, baseada na pedagogia Freireana, carrega em si também a característica de uma educação crítica, que para a educação ambiental se diz respeito à problematização da realidade socioambiental dos sujeitos para superar, tanto a consciência ingênua destes quanto às injustiças e desigualdades que os oprimem (Tozoni-Reis, 2008). Tal proposta fundamenta-se em uma educação dita libertadora, para além da simples transmissão de conhecimentos provindos de uma educação "bancária", tradicional. Uma educação crítica, que ensina o aluno a pensar, a refletir sobre a sua realidade e o seu papel nela, e que marca professor e aluno como sujeitos que simultaneamente aprendem e ensinam (Torres *et al.*, 2014).

Nesse princípio e de encontro com a perspectiva da enculturação (Driver *et al.*, 1999, p. 34), considera-se que o propósito da educação científica não é o de

Os saberes docentes
na contemporaneidade:
perspectivas e desafios
na/pela profissão

18 e 19 de outubro de 2018, Canoas/RS

38° EDEQ

Encontro de Debates sobre o Ensino de Química

eliminar os conhecimentos que os alunos já possuem, mas sim de incorporar os novos, pluralizando estes conceitos, para que possam ser utilizados em distintos momentos e situações, conforme o meio cultural/social em que o aluno se encontra.

Metodologia de pesquisa

Esse trabalho é de cunho qualitativo, com natureza descritiva e interpretativa para a análise de dados (Bogdan; Biklen, 2006). Frente a estes pressupostos, esta investigação foi realizada durante o segundo semestre letivo de 2017, com 66 estudantes ingressantes nos cursos de Química (Engenharia, Industrial e Bacharelado) de uma Universidade pública brasileira, que cursaram a disciplina de Química Geral Experimental.

Inicialmente, utilizou-se de um instrumento diagnóstico inicial (questionário) com questões abertas e fechadas para identificar o perfil acadêmico e o nível de conscientização dos sujeitos sobre a gestão e o tratamento de resíduos. Na sequência foi realizada uma atividade formativa, oferecida no formato de ação de extensão universitária, com 2 horas-aula de duração. O objetivo da ação foi a conscientização dos alunos sobre conceitos e procedimentos de gestão e tratamento de resíduos químicos. Para tanto, foi realizada uma palestra com duração de 30 minutos e após uma seção de discussão sobre os principais pontos apresentados: tipos de resíduos químicos, princípio dos 3R's, serviços prestados pelo CGTRQ da UFRGS e os tratamentos para os quais os resíduos químicos são encaminhados. Após a atividade formativa foi aplicado um instrumento diagnóstico final (questionário), para verificar o aperfeiçoamento dos conhecimentos dos estudantes sobre os processos de gestão e tratamento de resíduos. Todos os sujeitos que participaram da investigação assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A ação de extensão foi oferecida num horário extraclasse, mas visou aperfeiçoar os processos de gestão de resíduos desenvolvidos na disciplina de Química Geral Experimental.

Neste trabalho são apresentados os resultados sobre os questionamentos referentes aos conceitos de um dos três principais tipos de tratamentos utilizados para o correto descarte dos resíduos químicos produzidos nos laboratórios de ensino e pesquisa da Universidade. Os resíduos são encaminhados para os tratamentos dos tipos: coprocessamento, incineração e aterro sanitário industrial. Desde 2001, tais resíduos são coletados e encaminhados para os referidos tratamentos pelo Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos (CGTRQ) da Universidade.

Para a análise dos dados, utilizou-se a análise de conteúdo (Bardin, 1977) com o auxílio do software NVivo12. O objetivo da análise foi verificar se a atividade formativa contribuiu para a enculturação (Driver *et al.*, 1999, p. 34) do conceito referente ao tratamento do tipo coprocessamento. Este processo é empregado para mitigar os resíduos orgânicos não halogenados, como, por exemplo, solventes não halogenados, óleos, papéis contaminados (exceto por compostos nocivos ao meio ambiente). No ano de 2017 foram enviados para coprocessamento 3647 kg de resíduos sólidos e 5257 L de solventes orgânicos não halogenados.

Resultados e discussão

Com o Questionário Inicial identificou-se que dos 46 alunos, 18 cursam Engenharia Química, 17 Química Industrial e 11 Química Bacharelado. Do total de sujeitos participantes, 24 são do sexo feminino e 22 do masculino. Dos

Os saberes docentes
na contemporaneidade:
perspectivas e desafios
na/pela profissão

18 e 19 de outubro de 2018, Canoas/RS

38° EDEQ

Encontro de Debates sobre o Ensino de Química

respondentes, 36 encontra-se na faixa etária entre 17 e 20 anos. Com esta análise inicial pode-se constatar um perfil bastante jovem, o que era esperado para alunos em início da graduação.

Quando questionados sobre o que é coprocessamento, 42 alunos responderam que não tinham conhecimento e 4 afirmaram saber do que se tratava.

Entretanto, estes 4 estudantes utilizaram um conceito informal, pouco convergente ao apresentado na literatura, para representar o que entendem sobre o tratamento coprocessamento, como as respostas que se ilustra a seguir:

“Processar os resíduos”.

“Reprocessar os produtos/reagentes que ‘sobram’ da operação, para obter melhor produtividade”.

“Resíduos que devem ser descartados por empresas terceirizadas”.

“Utilização de um resíduo, algo descartado que sofre um processo para transformação de outro material”.

Percebe-se que existe uma tendência dos alunos em tentar responder a partir dos significados informais que são evocados pela própria palavra coprocessamento, que remete apenas a algum tipo de processo, posto que não conseguem uma melhor definição. A resposta que mais converge à definição apresentada na literatura é a última supracitada. Segundo Cunha (2001), coprocessamento é a técnica que permite a queima de resíduos em fornos de cimento mediante dois critérios básicos: reaproveitamento de energia, para que o material seja utilizado como substituto ao combustível, bem como gerar energia através de sistemas de geradores integrados; e reaproveitamento das cinzas como substituto da matéria-prima, de forma que o resíduo a ser eliminado apresente características similares às dos componentes normalmente empregados na produção de clínquer, que posteriormente se junta à massa para produção de cimento.

Assim sendo, verifica-se que é pertinente que os estudantes dos cursos de Química vivenciem e conheçam, com detalhamento, sobre procedimentos e conceitos relacionados à gestão e tratamento de resíduos, dado que a execução do seu labor, independente da instituição/órgão/empresa, poderá requerer conhecimentos e habilidades diretamente relacionados com a temática de gestão de resíduos (Jardim, 1998; Montañes *et al.*, 2012).

Com as respostas do Questionário Final identificou-se que a formação contribuiu para o desenvolvimento de conceitos mais apropriados para o meio científico em que estão inseridos. Quando questionados novamente a respeito do que é coprocessamento, 16 alunos afirmaram saber o que é, mas desses, 4 não descreveram o que entendem sobre. Dos 12 alunos que apresentaram uma resposta completa, pode-se perceber que ocorreu uma evolução conceitual. Este fato pode ser ilustrado com as respostas abaixo:

“Utiliza o resíduo como parte da matéria prima”.

“É um processo que, geralmente, envolve a queima do material onde este é reutilizado na fabricação de novos produtos, como o cimento”.

“Resíduo utilizado no cimento”.

“Reutilização; Utilizar insumo como carga”.

“Os resíduos são misturados (entram no processo de produção do cimento)”.

Utilizando as imagens de representação e visualização dos dados geradas com o software Nvivo 12, corrobora-se essa compreensão. As imagens geradas pelo software, a partir da frequência de aparição de termos nas respostas, aponta para a apropriação dos conceitos trabalhados na atividade formativa, visto que os termos

em tamanho maior estão mais relacionados aos conceitos chave que definem o tratamento do tipo coprocessamento. Esta evolução conceitual pode ser identificada com a análise da Figura 1, que apresenta a imagem representativa das respostas iniciais à esquerda e a imagem representativa das respostas finais à direita.



Figura 1: Conceito INICIAL X FINAL.

Frente ao conjunto de dados, percebe-se que tiveram alunos que apresentaram conceitos informais, mas com a maior parte dos estudantes foi possível observar a evolução no conceito referente à coprocessamento, quanto à aproximação do conceito cientificamente aceito, ou seja, a enculturação (Driver *et al.*, 1999, p. 34) deste conceito. Com as imagens e respostas apresentadas acima, exemplifica-se esse processo, pois as respostas identificadas no questionário final estão mais convergentes aos aportes da literatura. É pertinente salientar que o objetivo da atividade formativa não foi de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, para depois substituí-los pelo conhecimento científico, mas sim o de buscar aperfeiçoá-los.

Desta forma, considera-se que a atividade formativa contribuiu para que os estudantes se apropriassem dos conceitos formais apresentados e discutidos com o grupo. Pensar a qualificação de futuros profissionais, com ênfase na educação ambiental crítica freireana, pode permitir a reorientação de concepções e práticas dos profissionais da área de química com o intuito de guiar ações sociais e culturais para melhor qualidade de vida (Torres *et al.*, 2014).

Considerações finais

Verificou-se, a partir dos resultados apresentados, que é possível perceber a evolução conceitual dos estudantes com relação ao tratamento de resíduos: coprocessamento. Salienta-se que esse tratamento faz parte de um dos destinos que, de acordo com as especificações dos resíduos, poderá ser utilizado para o encaminhamento mais adequado daqueles gerados nos laboratórios de ensino. Pode-se inferir também que a atividade de formação oferecida aos alunos contribuiu para a formação tanto profissional, como social dos alunos, aperfeiçoando conceitos úteis para serem utilizados em suas futuras práticas profissionais, assim como conscientizando sobre a importância dos processos de gestão e tratamento de resíduos químicos.

Referências bibliográficas

Amaral, S.T.; Machado, P.F.L.; Peralba, M.C.R.; Camara, M.R.; Santos, T.; Berleze, A.L.; Falcão, H.L.; Martinelli, M.; Gonçalves, R.S.; Oliveira, E.R.; Brasil, J.L.; Araújo, M.A.; Borges, A.C.A. Relato de uma experiência: recuperação e cadastramento de resíduos dos laboratórios de graduação do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Química Nova**, v. 24, n. 3, p. 419-423. 2001.

Bardin, Laurence. (1977). **Análise de conteúdo**. São Paulo: Martins Fontes.

Bogdan, R.; Biklen, S. K. (2006). **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto, Portugal: Editora Porto.

Formatado: Inglês (EUA)

Brasil. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão n. 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais n. 1/92 a 99/2017 e pelo Decreto Legislativo n. 186/2008. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, p. 522. 2017.

Brasil. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Lex**: coletânea resíduos sólidos e saneamento básico. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, p. 364. 2016.

Cunha, C.J. O programa de gerenciamento dos resíduos laboratoriais do depto de química da UFPR. **Química Nova**, v. 24, n. 3, p. 424-427. 2001.

Driver, R.; Asoko, H.; Leach, J.; Mortimer, E. & Scott, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 9, n. 5, p. 31-40. 1999.

Gerbase, A. E.; Coelho, F. S.; Machado, P. F. L.; Ferreira, V. F. Gerenciamentos de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 3. 2005.

Jardim, W.F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. **Química Nova**, v. 21, n. 5, p. 671-673. 1998.

Montañes, M. T.; Palomares, A. E.; Sánchez-Tovar, R. Integrating Sustainable Development in Chemical Engineering Education: The Application of an Environmental Management System. **Chem. Educ. Res. Pract**, v.13, p. 128-134. 2012.

Pence, L. E.; Kirchoff, M. M. ConfChem Conference on Educating the Next Generation: Green and Sustainable Chemistry - Green Chemistry and Sustainability through the American Chemical Society Education Division and Committee on Environmental Improvement, **J. Chem. Educ.**, v.90, n. 4, p. 510-512. 2013.

Formatado: Inglês (EUA)

Torres, J. R.; Ferrari, N.; Maestrelli, S. R. P. Educação Ambiental crítico-transformadora no conceito escolar: teoria e prática freireana. In.: Loureiro, C.F.B; Torres, J. R. (Org.) **Educação Ambiental dialogando com Paulo Freire**. Cortez Editora: São Paulo. 2014. p. 13-80.

Tozoni-Reis, Marília. F. C. Pesquisa-ação em Educação Ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 3, n. 1 – p. 155-169. 2008.