

EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS AULAS DE QUÍMICA: A EXPERIÊNCIA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE QUÍMICA VERDE

Quézia G. de S. da Rocha

*Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de São Carlos, Brasil
E.E. Pedro Raphael da Rocha, Santa Gertrudes, Brasil.*

André Luís Della Volpe, Flávia Pierrotti de Castro, Marcos César Rodrigues de Miranda
Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de São Carlos, Brasil.

Rosebelly Nunes Marques

Departamento de Economia, Administração e Sociologia – Universidade de São Paulo, Brasil.

RESUMO: O artigo apresenta e discute uma proposta de Sequência Didática sobre Química Verde, envolvendo a Educação Ambiental nas aulas de Química da Educação Básica. Os resultados apontam que a Sequência Didática possibilitou reflexões críticas acerca do papel da Química e dos próprios estudantes na construção de uma sociedade sustentável.

PALAVRAS CHAVE: Ensino de Química, Educação Ambiental, Química Verde.

OBJETIVOS: Construir e analisar a implementação de uma Sequência Didática sobre Química Verde para articulação da Educação Ambiental nas aulas de Química da Educação Básica, tendo como norteadora as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Ambiental.

MARCO TEÓRICO

O direito à Educação Ambiental (EA) no Brasil é apresentado em diferentes documentos oficiais do governo e na legislação, sendo reconhecida sua relevância e contribuição para a almejada educação cidadã crítica, um dos meios para promoção e consolidação da sustentabilidade. Entre esses documentos destacam-se as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Ambiental (DCNEA) de 2012.

Além de fornecer orientações pedagógicas as DCNEA têm como objetivo sistematizar a legislação e as pesquisas sobre EA. O documento reconhece que a EA não é uma prática neutra, portanto seu desenvolvimento deve estimular à reflexão crítica da crise ambiental (nas dimensões regional e global), em contraposição a visão naturalista frequente nas práticas de EA das instituições de ensino. Observa-se também nos objetivos das DCNEA colaborar com a integração entre ciência e tecnologia para promoção da sustentabilidade (Brasil, 2012).

O debate e homologação das DCNEA ocorreram durante a “Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável” (2005-2014), promovida pela UNESCO. Conforme Vilches e Perez (2008), o objetivo desse movimento de longo prazo provido pela UNESCO era incitar os educadores para a

necessária formação de cidadãos conscientes e participativos, tendo em vista o cenário de emergência planetária. Em relação ao papel do Ensino de Química neste contexto, os mesmos autores destacam o estudo de problemas ambientais, com foco na busca de soluções e a formação de cidadãos capazes de participar da tomada de decisões.

Pode-se acrescentar também a incumbência do Ensino de Química (EQ) em abordar a Química Verde (QV), considerada por Mascarell e Vilches (2016) um meio importante para resolver os problemas que afetam a humanidade, o tema demonstra o papel da Química na sustentabilidade e contribui para melhorar sua imagem social.

A QV se propõe ao desenvolvimento e aplicação de processos e produtos químicos com o objetivo de reduzir ou eliminar uso de substâncias prejudiciais ao meio ambiente e também a saúde humana. Seu foco é a prevenção de poluição e não a remediação, possui doze princípios que são resumidamente: 1. Prevenção; 2. Economia de átomos; 3. Síntese de Produtos Menos Perigosos; 4. Desenho de Produtos Seguros; 5. Solventes e Auxiliares mais Seguros; 6. Busca pela Eficiência de Energia; 7. Uso de Fontes Renováveis de Matéria-Prima; 8. Evitar a Formação de Derivados; 9. Catálise; 10. Desenho para a Degradação; 11. Análise em Tempo Real; 12. Química Intrinsecamente Segura para Prevenção de Acidentes (Lenardão et al., 2003).

A QV demonstra potencialidades para ser trabalhada no EQ de forma articulada com a EA, apresenta elementos importantes para discussão em sala de aula visando à formação cidadã para transição a uma sociedade sustentável. Entretanto, Zandonai et al. (2014) apontam que ainda são incipientes as pesquisas em EQ que abordem o tema, o mesmo é constatado por Mascarell e Vilches (2016) em relação ao Ensino de Ciências.

METODOLOGIA

A metodologia adotada é da pesquisa qualitativa que conforme Creswell (2010) tem caráter indutivo e exploratório, a coleta de dados ocorre tipicamente no ambiente do participante e utiliza-se de múltiplas fontes de dados. Assim, a coleta de dados foi feita através da observação participativa, empregando como instrumentos de coleta: relatórios de aula, questionários e atividades dos alunos. Visando corroborar com os resultados, foram adotadas as estratégias sugeridas por Creswell (2010) de triangulação dos dados coletados, observações prolongadas e repetidas no local de investigação e exame dos pares entre os membros do grupo de pesquisa.

Na leitura dos questionários e atividades escritas dos alunos utilizou-se a análise de conteúdo de Bardin (1977), seguindo as etapas de pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. O questionário discutido neste artigo é sobre o conhecimento prévio dos alunos em QV. A hipótese formulada na pré-análise dos questionários sugeriu que a maior parte dos estudantes relacionava QV a uma matéria curricular de estudo da natureza, o que pôde ser identificado através dos indicadores: ecologia, estudo, plantas. Essa hipótese se confirmou na codificação dos dados, na etapa de exploração do material, constituindo assim três categorias: “área da Química que estuda a natureza”, “Química das plantas” e “Química sustentável”, a discussão feita no tratamento dos dados é apresentada nos resultados.

A pesquisa foi desenvolvida no âmbito de um trabalho de Mestrado Profissional em EQ, cujo objetivo é elaborar estratégias didáticas para articulação da EA nas aulas de Química da Educação Básica, usando as DCNEA como norteadoras. As estratégias didáticas foram estruturadas como Sequências Didáticas (SD), três SD foram construídas a partir de aplicação e análise de questionário prévio no público alvo e estudo das DCNEA. As três SD foram aplicadas e analisadas em turmas de 2ª série do Ensino Médio, de uma Escola Estadual do interior de São Paulo, neste artigo discute-se o desenvolvimento e resultados de uma dessas SD, voltada a Química Verde (QV).

Sobre SD, diferentes definições e formas de organização são encontradas na literatura. Conforme Guimarães e Giordan (2011) as SD são agentes de problematização dos conhecimentos científicos que podem diminuir as tensões de um ensino descontextualizado e aproximar as áreas do conhecimento, se constituindo, portanto, como um instrumento cultural de mediação no processo de ensino-aprendizagem. Os elementos que constituem a SD elaborada e sua descrição são apresentados na tabela 1.

Tabela 1.
Etapas da Sequência Didática (SD)

<i>Título</i>	<i>A Química e a Sustentabilidade: Química Verde</i>
Problematização	Coletânea de textos sobre o desenvolvimento da indústria Química incluindo seus impactos e a criação da QV neste contexto. Vídeo.
Número de aulas	9 aulas/50 minutos (durante 5 semanas).
Objetivos Gerais	Reconhecer a interdependência entre o meio natural e socioeconômico, refletir sobre os desafios ambientais a serem enfrentados pelas atuais e futuras gerações na dimensão local e global. Identificar o papel da Química na integração entre ciência e tecnologia para alcançar a sustentabilidade.
Objetivos Específicos	Introduzir o conceito de QV e seus 12 princípios. Compreender o cálculo da economia de átomos de uma reação. Diferenciar a economia de átomos do rendimento da reação química. Relacionar a Química Verde com as atividades econômicas do município.
Conteúdo	12 princípios da QV, cálculo da economia de átomos, cálculos estequiométricos e rendimento de reação Química.
Recursos Didáticos	Experimento no laboratório, recurso audiovisual, artigos.
Avaliação	Debates em sala de aula, relatório do experimento e atividade de pesquisa.
<i>Dinâmica de Aula</i>	
Parte I – Conhecimentos Prévios (1 aula)	Questionar se os alunos já ouviram falar sobre QV e o que acham que seria, solicitar que escrevam suas ideias e entreguem ao professor.
Parte II – Problematização (1 aula)	Problematização
Parte III – Princípios da Química Verde (2 aula)	Leitura compartilhada dos 12 princípios da QV no artigo: “Green chemistry - Os 12 princípios da QV e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa”
Parte IV - Experimento (3 aulas)	Experimento no laboratório de ciências sobre Economia de átomos e rendimento de reação. E solicitação de trabalho de pesquisa sobre a presença da QV nas indústrias cerâmicas da cidade.
Parte V – Discussão da Pesquisa (2 aulas)	Apresentação e discussão do trabalho de pesquisa.
Bibliografia	ACAYABA, C. y REIS, T. (01 de setembro de 2008). 30 anos após boom de anencéfalos, Cubatão (SP) registra poucos casos. Folha de São Paulo. Recuperado de: http://m.folha.uol.com.br/cotidiano/2008/09/440328-30-anos-apos-boom-de-anencefalos-cubatao-sp-registra-poucos-casos.shtml?mobile . ANASTAS, P. T. y BEACH, E. S. (2009). Changing the Course of Chemistry. In Anastas, P. T., Levy, I. J. y Parent, K. E. (Eds.), Green Chemistry Education: Changing the Course of Chemistry. Washington, DC: American Chemical Society. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. (28 de setembro de 2011). EPA Green Chemistry [arquivo de vídeo]. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=rIE4T2HLW7c . UNIVERSITY OF MASSACHUSETTS LOWELL. (sem data). The New England Consortium. Worker and Environmentalist Green Chemistry Awareness Training Curriculum. Recuperado de: https://www.uml.edu/docs/(1)%20Worker%20%20Environmentalist%20Green%20Chemistry%20Awareness%20Train_tcm18-59949.pdf

Observa-se que os objetivos gerais são direcionados as DCNEA e os objetivos específicos ao EQ, expondo assim com clareza as intenções de ensino da SD. O elemento problematização é responsável pela contextualização e coesão da SD, tem como objetivo incitar reflexões pertinentes a questão ambiental e aos temas que serão trabalhados no decorrer das aulas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Confirmou-se no início das aulas que a maioria dos alunos não conhecia a QV, fato esperado, pois as pesquisas em EQ sobre a temática são escassas. Constatou-se também que a maior parte dos estudantes não relacionava o termo QV a sustentabilidade ou proteção do ambiente, mas sim ao estudo da natureza, de forma análoga a ecologia, o que pode ser exemplificado em respostas dos alunos como: “*trabalha com a ecologia e a natureza em si*”, “*a ciência que estuda os seres vivos e as plantas*”. A tabela 2 exhibe a análise das explicações escritas dos alunos sobre o que seria QV, ou seja, suas ideias prévias sobre o assunto.

Tabela 2.
Ideias prévias sobre Química Verde

<i>Categoria</i>	<i>Porcentagem</i>
Área da Química que estuda a natureza	70 %
Química das plantas	11 %
Química sustentável	15 %
Outros	4 %

A categoria Química sustentável não é sinônima de QV, enquadram-se nesta categoria respostas que relacionam o termo com proteção do meio ambiente e sustentabilidade, mesmo que de forma superficial: “*é uma Química sustentável, onde é usada para preservar o meio ambiente (...)*”. Observa-se que algumas respostas dos alunos nesta categoria mencionaram combater a poluição, ajudar na reciclagem e construção de edifícios verdes. Entretanto, em nenhuma das respostas são descritas características específicas da QV que demonstrem conhecimento do assunto.

Sobre a categoria Química das plantas, relacionam exclusivamente as plantas com o tema: “*Química da vegetação*”, “*uma área que trata das plantas*”.

Nas discussões em sala e leitura do artigo mencionado na parte III da SD, essas ideias puderam ser debatidas e reorganizadas. Durante a problematização os alunos relacionaram a poluição das indústrias Químicas a sua realidade, pois estão inseridos em uma pequena cidade do interior paulista considerada um polo cerâmico, com conhecidos problemas referentes à poluição atmosférica e qualidade do ar, o que contribuiu para aumentar o interesse na temática QV. Observa-se assim que a problemática envolvendo os impactos da indústria Química foram discutidos inicialmente em âmbito global e trazidos para o regional.

Quanto às atividades experimentais, foram importantes para os alunos interligarem o princípio da economia de átomos com a sustentabilidade e com outros princípios da QV, favoreceram o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao trabalho em equipe e negociação de ideias. De forma geral, as atividades desenvolvidas na SD facilitaram a aprendizagem de cálculos estequiométricos e rendimento de reação, pois aproximaram o conteúdo da realidade dos alunos.

A pesquisa feita pelos alunos na cidade, relativa a presença da QV nas indústrias cerâmicas, se mostrou uma ferramenta eficaz para o desenvolvimento de um olhar crítico para a problemática ambiental, relacionando diferentes áreas e aspectos da sociedade, o que é necessário diante da complexidade das questões ambientais. Nesta atividade, os alunos entrevistaram funcionários de diferentes segmentos

nessas empresas (recursos humanos, produção, técnicos de laboratórios, químicos) geralmente que faziam parte de seu convívio. E também fizeram buscas pela internet, essas buscas chamaram atenção dos alunos pela pouca quantidade de materiais em português sobre QV, assim como foi frustrante o escasso envolvimento das indústrias cerâmicas da região com a área.

Discutindo estes fatos, os alunos relataram que os próprios funcionários entrevistados mencionaram a necessidade de incentivo fiscal por parte do governo para implementação da QV, assim como apontaram falta de profissionais especializados e estudos, o que remete novamente ao incentivo às pesquisas e também ao papel dos cidadãos, opinião pública, para exigir posicionamento e ações dos governantes. Refletiu-se assim sobre o papel da Química na sustentabilidade, mas também dos empresários, governantes, trabalhadores, consumidores, que juntos somam funções e responsabilidades na construção de sociedades sustentáveis. Percebeu-se assim que somente o avanço tecnocientífico, no qual destaca-se a QV, não consegue sozinho construir um presente e futuro sustentável, sendo importante também outras esferas da sociedade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A SD mostrou-se como um instrumento apropriado para articulação da EA nas aulas de Química, facilitando a inserção da contextualização no planejamento e organização das aulas pelo professor e sistematização de seus objetivos de ensino em relação as duas áreas.

Abordar a QV como tema central da SD colaborou para aproximar a Química da realidade dos estudantes e discutir seu papel frente à crise ambiental. Permitindo assim, englobar novos elementos que possam constituir e melhorar a imagem social dessa ciência, o que é apontado como importante por Mascarell e Vilches (2016).

A SD aplicada permitiu aos alunos refletirem sobre o modelo de sociedade em que vivem, identificar algumas contradições e obstáculos presentes nesse modelo que necessitam ser discutidos e superados para construção de uma sociedade sustentável, reconhecendo seu papel de cidadão nesse movimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARDIN, L. (1977). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- BRASIL. (2012). Ministério da Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental*. Resolução n.2, de 15 de junho de 2012.
- CRESWELL, J.W. (2010). *Projeto de Pesquisa: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto*. 3ed. Tradução de Magda França Lopes. Porto Alegre: Artmed, 2010.296p.
- GUIMARÃES, Y. A., GIORDAN, M. (2011). Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. *Atas VIII Encontro Nacional De Pesquisa em Educação em Ciências*. Campinas.
- LENARDÃO, E., FREITAG, R.A., DABDOUB, M.J. y BATISTA, A. (2003). Green chemistry: os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, 26 (1), 123-129.
- MASCARELL, L. y VILCHES, A. (2016). Química Verde y Sostenibilidad en la Educación en Ciencias en Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 34 (2), 25-42.
- VILCHES, A. y GIL-PÉREZ, D. (2008). Educació Química i Sostenibilitat. *Educació Química*, 1(0), 30-39.
- ZANDONAI, D. P., SAQUETO, K. C., ABREU, S. C. S. R., LOPES, A. P. y ZUIN, V. G.(2014). Química Verde e Formação de Profissionais do Campo da Química: Relato de uma Experiência Didática para Além do Laboratório de Ensino. *Revista Virtual de Química*, 6 (1), 73-84.

