

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COM ENFOQUE EM AGROECOLOGIA NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO NO CAMPO

Experimental activities focusing on agro ecology on the Field education perspective

Aline Locatelli ¹

Karine de F. dos Santos ²

Cleci T. Werner da Rosa ³

RESUMO: O trabalho foi desenvolvido buscando responder à pergunta de pesquisa que consistiu em avaliar qual é a pertinência de atividades experimentais, sob a perspectiva da Educação no Campo, seguindo os princípios agroecológicos? Tal intervenção ocorreu em uma turma de vinte e dois alunos do Curso Técnico em Agropecuária integrado ao Ensino Médio com habilitação em Agroecologia no Instituto Educar, na cidade de Pontão/RS, que é um projeto de extensão do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi apresentar possibilidades de implementação de duas atividades experimentais que abordaram conteúdos de Química na perspectiva da Educação no Campo, avaliando a pertinência por meio dos discentes inseridos na realidade agroecológica. Percebeu-se que estudantes compreenderam acerca da importância do conhecimento químico, principalmente no que tange ao conteúdo de soluções na adubação do solo seguindo os princípios agroecológicos. Dessa forma, salienta-se a pertinência do ensino de Química aplicado à Educação no Campo, a fim de trazer o conhecimento escolar para a vida, oportunizando aos estudantes tornarem-se participantes do processo de ensino-aprendizagem e não meramente receptores de conhecimentos desconexos da realidade cotidiana.

Palavras-Chave: Educação no Campo. Ensino de Química. Ensino-aprendizagem.

Abstract: This essay was developed to answer the research question which consisted of evaluating the relevance of the experimental activities under the perspective of the on Field Education, following the agro ecological principles? Such intervention happened in a class of twenty two students of the Technique in Agricultural and Livestock Production Subject integrated to High School with qualification in agro ecology at the Institute Educate, Science and Technology of Rio Grande do Sul – Sertão Campus. This way, the goal of the current essay was to present possibilities of the implementation of the two experimental activities that approach Chemistry contents on the perspective of on the Field Education, evaluating the relevance via students inserted in the agro ecological reality. It was noticeable that the students comprehended the importance of the chemical knowledge, mostly about the content of solutions on fertilization of the soil following the agro ecological principles. Therefore, the relevance of the Chemistry Education applied on the on Field Education is emphasized, in order to bring scholar knowledge to their lives, providing opportunities for the students to become participants in the process of teaching-learning and not barely receptors of knowledge disconnected from the everyday reality.

Keywords: On the Field Education. Chemistry Education. Teaching-Learning.

Introdução

¹ Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, Brasil, Universidade de Passo Fundo (UPF), karinefs21@gmail.com

² Doutora em Química Inorgânica, Universidade de Passo Fundo (UPF), Brasil, alinelocatelli@upf.br

³ Doutora em Educação Científica e Tecnológica, Universidade de Passo Fundo (UPF), Brasil, cwerner@upf.br

No que se refere ao ensino de Química, ele deve ser entendido como um processo mais amplo do que a simples transmissão de conteúdos, cálculos matemáticos, memorização de fórmulas e nomenclaturas de compostos. Sua aprendizagem deve possibilitar aos estudantes a compreensão das transformações que ocorrem no mundo material de forma abrangente e integrada, bem como proporcionar uma formação para a cidadania, o que implica na necessidade de desenvolver no estudante conhecimentos básicos de Ciência e Tecnologia, para que ele possa participar da sociedade tecnológica atual, assim como atitudes e valores sobre as questões ambientais, políticas, éticas, sociais e culturais.

Isso porque, cada vez mais, a população precisa de conhecimentos de Química para, por exemplo, preservar sua saúde por meio de uma alimentação saudável, para escolher criteriosamente as mercadorias que utiliza no seu dia a dia, para descartar de forma consciente seus resíduos, para utilizar corretamente medicamentos, bem como, para posicionar-se frente aos impactos ambientais. Segundo Chassot (2003, p. 96-97)

Devemos fazer do ensino de Ciências uma linguagem que facilite o entendimento do mundo pelos alunos e alunas. [...] Vamos nos dar conta de que a maioria dos conteúdos que ensinamos não serve para nada, ou melhor, servem para manter a dominação. [...] O que se ensina mais se presta como materiais para excelentes exercícios de memorização do que para entender a vida. [...] Nossa luta é para tornar o ensino menos asséptico, menos dogmático, menos abstrato, menos a-histórico.

A prática pedagógica contextualizada permite a aquisição e a constituição de novas metodologias, esquemas e conceitos, ou seja, ela é entendida como um dos recursos para realizar inter-relações entre conhecimentos escolares e situações presentes no dia a dia dos estudantes proporcionando um saber significativo num processo dialético de aprendizagem. Desta forma os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN/EM) (BRASIL, 2000, p. 91) destacam que:

O tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo. Se bem trabalhado permite que, ao longo da transposição didática, o conteúdo do ensino provoque aprendizagens significativas que mobilizem o aluno e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade.

Dessa forma, nos últimos anos, novas abordagens foram incorporadas ao ensino de Química com o objetivo de desenvolver conhecimentos aplicáveis ao sistema produtivo, industrial e agrícola. Nessa perspectiva, os PCN/EM (BRASIL, 2000, p. 39) chamam atenção para a necessidade de o estudante "reconhecer aspectos químicos relevantes na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente; reconhecer o papel da química no sistema produtivo, industrial e rural" e dessa forma atender à "necessidade do desenvolvimento das competências básicas tanto para o exercício da cidadania quanto para o desempenho de atividades profissionais" (BRASIL, 2000, p. 23).

No que tange ao ensino de Química, percebe-se que uma das preocupações têm sido a abordagem da Educação Ambiental, em que a maior parte dos trabalhos gira em torno, especialmente, da coleta seletiva, reciclagem, tratamento e destino de

resíduos, os riscos inerentes ao uso de agrotóxicos, dos metais pesados e da emissão de gases causadores de efeito estufa.

Apesar dessa ênfase, há pouquíssimos trabalhos que abordam aspectos relacionados à Química na Educação no Campo com perspectiva agroecológica (LOCATELLI; SANTOS, 2017). Acredita-se que tal constatação se dá por dois fatores, sendo o primeiro pela Química estar, muitas vezes, associada com o impactante, o nocivo e o sintético, criando a imagem de que ela não se aplica aos modelos de agricultura ecológicos. E o segundo é o desinteresse por parte dos pesquisadores, resultando na falta de materiais para serem trabalhados em sala de aula, pelo fato de ser uma pesquisa mais demorada e pouco lucrativa, pois os fertilizantes minerais permitidos na agricultura orgânica têm que ser naturais (não processados quimicamente), de baixa solubilidade e somente podem ser utilizados os minerais permitidos pela legislação para produção orgânica de alimentos.

Ainda em relação ao ensino de Química, a experimentação constitui um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conhecimentos, possibilitando estar em relações entre as discussões teóricas e o mundo vivencial dos estudantes. Portanto, uma atividade experimental deve estar permeada por diferentes objetivos, como assinalado por Hodson (1988, p. 54): "os experimentos devem ser conduzidos visando a diferentes objetivos, tal como demonstrar um fenômeno, ilustrar um princípio teórico, coletar dados, testar hipóteses, desenvolver habilidades de observação ou medidas, entre outros". Rosa (2011), por sua vez, ao defender a necessidade da experimentação como via de discussão dos conteúdos escolares, assinala que ela deve servir de ferramenta didática a disposição do professor, que ciente da sua necessidade deve inseri-la como parte de seu fazer pedagógico.

Ao pesquisar materiais didáticos com enfoque agroecológico, pôde-se perceber dois agravantes em relação ao ensino desta temática no que tange à Educação no Campo, que justifica a realização deste trabalho, sendo a primeira: aulas e trabalhos de pesquisa com ênfase somente na discussão de seus aspectos socioculturais, políticos e econômicos, esquecendo-se do conteúdo a ser ensinado/aprendido para ser utilizado como ferramenta em seu dia a dia dentro do contexto em que está inserido, e a segunda: a pouquíssima quantidade de material didático adequado, contextualizado e atualizado. Desta forma, buscou-se novas alternativas metodológicas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem na Educação no Campo utilizando como temática os princípios agroecológicos.

Diante do exposto, buscou-se responder o seguinte questionamento: qual é a pertinência de atividades experimentais, sob a perspectiva da Educação no Campo, seguindo os princípios agroecológicos?

Nesse sentido, o objetivo do presente estudo é apresentar possibilidades de implementação de duas atividades experimentais que abordaram conteúdos de Química na perspectiva da Educação no Campo, avaliando a pertinência por meio dos discentes inseridos na realidade agroecológica.

Objetivando responder a tal questionamento, este artigo estrutura-se da seguinte maneira: na próxima seção, é apresentada uma breve reflexão sobre a Educação no Campo e, na sequência, descrevem-se as atividades experimentais realizadas e a pesquisa desenvolvida; logo em seguida, divulgam-se os resultados obtidos; finalizando-se com as considerações finais.

Educação no Campo

A Educação no Campo nasceu na década de 1960, a partir de um movimento de Educação Popular organizado por educadores ligados às universidades, movimentos religiosos e partidos políticos. Seu propósito era promover a participação política da população mais humilde, inclusive as do campo, e criar alternativas pedagógicas que fossem coerentes com a cultura e com as necessidades do país, em oposição à importação de ideias pedagógicas de outros países que eram completamente diferentes da realidade brasileira e das demandas dos movimentos camponeses.

As escolas do campo são aquelas que têm sua sede classificada pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) como rural e aquelas escolas que mesmo tendo sua sede em áreas consideradas urbanas, por atenderem a populações de municípios cuja produção econômica, social e cultural está majoritariamente vinculada ao campo. Os povos identificados como sendo do campo são os agricultores, criadores, extrativistas, pescadores, ribeirinhos, caiçaras, quilombolas, seringueiros, índios.

Em relação à Educação no Campo, é pertinente ressaltar que a concepção de educação que vem sendo empregada no meio urbano e que vem sendo ensinada nas instituições de ensino superior, não tem favorecido satisfatoriamente os indivíduos do campo, pela falta de contextualização e pelo distanciamento da prática pedagógica que, ora trabalha somente o debate esquecendo-se do conteúdo a ser ensinado, deixando-os à margem sem o conhecimento científico envolvido, ora trabalha somente o conhecimento científico esquecendo-se de seu contexto histórico-cultural, social e político.

Historicamente, no âmbito das políticas públicas para a educação, a questão central sempre foi o tratamento desigual, em que os indivíduos que vivem no campo tiveram negado o direito a uma educação de qualidade, uma vez que os modelos pedagógicos somente os preparavam como mão de obra, ignorando a diversidade sociocultural, especialmente aquela expressa na prática social do homem do campo. Segundo Molina (2011, p. 11),

A Educação do campo originou-se no processo de luta dos movimentos sociais camponeses e, por isso, traz de forma clara sua intencionalidade maior: a construção de uma sociedade sem desigualdades, com justiça social. Ela se configura como uma reação organizada dos camponeses ao processo de expropriação de suas terras e de seu trabalho pelo avanço do modelo agrícola hegemônico na sociedade brasileira, estruturado a partir do agronegócio. A luta dos trabalhadores para garantir o direito à escolarização e ao conhecimento faz parte das suas estratégias de resistência, construídas na perspectiva de manter seus territórios de vida, trabalho e identidade, e surgiu como reação ao histórico conjunto de ações educacionais que, sob a denominação de Educação Rural, não só mantiveram o quadro precário de escolarização no campo, como também contribuíram para perpetuar as desigualdades sociais naquele território.

Destacam-se como dois dos aspectos relevantes para o funcionamento de uma escola que possa ser considerada "do campo" o reconhecimento e a valorização da identidade de seus sujeitos. E foi nesta perspectiva que a Educação no Campo passou a ser discutida a partir da década de 1980, no processo de

resistência à ditadura militar pelas organizações da sociedade, especialmente as ligadas à educação popular, que incluíram a Educação no Campo como um dos temas estratégicos na volta da democracia do país com a ideia de reivindicar e, simultaneamente, construir um modelo de educação que atendesse as particularidades culturais, os direitos sociais e as necessidades próprias à vida dos camponeses.

Atualmente, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (Lei nº 9.394/96) reconhece em seus artigos a diversidade sociocultural e o direito à igualdade e à diferença, possibilitando a definição de diretrizes operacionais para a Educação Rural levando em conta, nas finalidades, nos conteúdos e na metodologia, os processos próprios de aprendizado do estudante e o que é específico do campo. A LDB em seu artigo 28 estabelece as seguintes normas para a Educação no Campo:

Na oferta da educação básica para a população rural, os sistemas de ensino proverão as adaptações necessárias à sua adequação, às peculiaridades da vida rural e de cada região, especialmente: I- conteúdos curriculares e metodologia apropriada às reais necessidades e interesses dos alunos da zona rural; II- organização escolar própria, incluindo a adequação do calendário escolar às fases do ciclo agrícola e às condições climáticas; III- adequação à natureza do trabalho na zona rural (BRASIL, 1996, p. 10).

Esta nova visão ganhou força depois que o Conselho Nacional de Educação instituiu as Diretrizes Operacionais para a Educação Básica nas Escolas de Campo que contempla e

Valoriza a diversidade da população que vive no campo, a formação diferenciada de professores, a possibilidade de diferentes formas de organização escolar, a adequação dos conteúdos às peculiaridades locais, a gestão democrática, o uso de práticas pedagógicas contextualizadas, a promoção por meio da escola do desenvolvimento sustentável e do acesso aos bens econômicos, sociais e culturais (BRASIL, 2007, p. 17).

Neste sentido, construir uma Educação no Campo significa pensar numa escola sustentada no enriquecimento das experiências de vida, não em nome da permanência no campo, mas de uma reconstrução dos modos de vida, pautada na valorização humana e no respeito à diferença. Uma escola que proporcione aos seus jovens competências e habilidades para melhorar as condições do lugar onde moram, tornando-os, assim, sujeitos atuantes no contexto em que estão inseridos.

Para que haja uma organização curricular que respeite o ciclo de produção e as culturas no campo e ao mesmo tempo possibilite ao estudante elevar sua escolaridade, e se qualificar profissionalmente, destaca-se a proposta pedagógica chamada Pedagogia da Alternância, inspirada em modelos franceses em que há uma divisão do tempo entre as atividades didáticas e o ambiente familiar.

A primeira experiência de uma escola que utilizou a Pedagogia da Alternância teve início na França na década de 30, com o *Maison Familiale Rurale* (MFR), ou Casa Familiar Rural. As MFR foram construídas a partir de um longo processo histórico dos movimentos sociais do campo, com forte inspiração democrática e cristã.

Pedagogia da Alternância no Brasil surge na segunda metade da década de 60 no estado do Espírito Santo. "Um diferencial da Pedagogia da Alternância praticada no Brasil é a influência da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire, a partir do tripé ação-reflexão-ação, da práxis" (ARAUJO, 2005, p. 112).

A Pedagogia da Alternância tem sido amplamente utilizada pelos movimentos sociais e pelas escolas do campo em geral, e é apontada como uma das alternativas promissoras para uma Educação no Campo com qualidade.

Através do exposto, pode-se perceber que há muito tempo a Educação no Campo vem tentando se consolidar como política pública com o desafio de organizar os programas curriculares e Projetos Políticos Pedagógicos em uma perspectiva global e multidimensional, integrando conhecimentos e áreas de estudo, visando uma prática inter e transdisciplinar, articulando diversos campos do saber e da realidade na qual os alunos do campo estão inseridos.

Encaminhamentos metodológicos: descrição das atividades propostas

Foram realizadas duas atividades experimentais: Calda Viçosa e Bioensaio com cebolas. Apresentam-se a seguir os materiais, reagentes e os procedimentos experimentais realizados.

a) Atividade 1: Calda Viçosa

Foi desenvolvida a partir da calda bordalesa pela Universidade Federal de Viçosa. É recomendada para controle de diversos fitopatógenos. Por ser complementada com sais minerais também funciona como adubo foliar. Seu uso deve ser preventivo, não apresenta fitotoxicidade para as plantas. Sua base é a calda bordalesa, acrescida de sais de íons cobre, zinco, magnésio e boro. Para uso na agricultura orgânica, a calda é preparada sem adição de ureia presente na composição original.

Ao aplicá-la é necessário tomar alguns cuidados como: a calda não deverá ter o pH ácido, não aplicar em dias chuvosos ou com as folhas molhadas, não aplicar doses acima de 3%, e não fazer aplicações fora da temperatura de 25 a 30 °C e umidade do ar acima de 65%. A calda deve ser utilizada logo depois de pronta e as sobras não devem ser guardadas, desse modo, deve-se calcular com cuidado a quantidade a ser utilizada.

Materiais necessários: 1 balde de plástico de 10 L; 4 frascos de 1 L de cor âmbar e com tampa; colher de madeira e colherinha de plástico; indicador de pH; balança; papel alumínio.

Reagentes: Água mineral; sulfato de cobre - $\text{CuSO}_{4(s)}$; sulfato de zinco - $\text{ZnSO}_{4(s)}$; sulfato de magnésio - $\text{MgSO}_{4(s)}$; ácido bórico - $\text{H}_3\text{BO}_{3(s)}$ e cal - $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$.

Procedimento Experimental:

Foram preparadas as seguintes soluções: 5 L de uma solução de cal hidratada, $\text{Ca(OH)}_{2(aq)}$, de concentração 12 g/L; 1 L de solução de sulfato de magnésio, $\text{MgSO}_{4(aq)}$, de concentração 8% (m/v); 500 mL de uma solução de sulfato

de zinco, $\text{ZnSO}_{4(\text{aq})}$, de concentração 30 g/L; 300 mL de solução de ácido bórico, $\text{H}_3\text{BO}_{3(\text{aq})}$, de concentração 5% (m/v); 1 L de solução de sulfato de cobre, $\text{CuSO}_{4(\text{aq})}$, de concentração 0,2 mol/L.

Após 24 horas de repouso de todas as soluções preparadas (em frascos âmbar), adicionaram-se as soluções no balde contendo a solução de cal hidratada, vagarosamente e agitando constantemente. Adicionou-se água até completar 10 L. O pH da calda pronta deve estar entre 7,5 e 8,5. Para o preparo da calda deve-se seguir uma sequência⁴ de etapas para que a mesma não perca sua propriedade fungicida.

Tal atividade experimental objetivou abordar os conceitos químicos referentes a soluções: solvente e soluto; preparo de soluções; cálculos de concentração [g/L, mol/L e % (m/v)]; solubilidade das substâncias; pH; reatividade de metais.

b) Atividade 2: Bioensaio com cebolas⁵

Materiais necessários: 4 copos descartáveis de 100 mL; palitos de dente; seringa de 10 mL; copo dosador; 4 bulbos de cebola com diâmetro de 3,5 a 4,0 cm (secos e sem formação de folhas e/ou raízes); colher descartável; régua escolar.

Reagentes: solução de sulfato de cobre II pentahidratado [$\text{CuSO}_{4.5\text{H}_2\text{O}(\text{aq})}$] com aproximadamente 100 mg/L de íons $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$; água mineral.

Procedimento Experimental:

Iniciou-se preparando uma solução de íons $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ de concentração 100 mg/L (Solução estoque). Para tal, realizou-se a medida de massa relativa a 0,4 g de sulfato de cobre pentahidratado e dissolveu-se em água mineral totalizando 1 L de solução. A partir da solução estoque, preparou-se as demais soluções de volume de 100 mL por meio do processo de diluição.

Após o preparo das soluções por meio de diluição, acondicionou-se em cada um dos copos uma cebola, presa com palitos dentais, de maneira que somente a raiz da cebola ficasse em contato as soluções. Deixou-se as cebolas em contato com as respectivas soluções por sete dias em local arejado com iluminação natural. Tomou-se cuidado para o volume do sistema sempre estar em 100 mL (completou-se diariamente com água mineral quando necessário). Observou-se diariamente e no sétimo dia realizaram-se as medidas das raízes. A montagem do experimento está elucidada na Figura 1.

⁴ Mais detalhes sobre o procedimento experimental está disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/fichas-agroecologicas/arquivos-sanidade-vegetal/7-calda-vicosa.pdf>>.

⁵ Esta atividade experimental foi adaptada de Palácio et al., (2013).

Figura 1: Montagem do experimento



Fonte: dados de pesquisa

A atividade experimental objetivou abordar os conteúdos de concentração de íons em solução aquosa e seus efeitos na agricultura. Em suma, com essa atividade os alunos deveriam investigar os efeitos dos íons cobre (II) na cebola e a que medida a concentração iônica influencia no desenvolvimento das raízes. Trabalhou-se também os conceitos de solução iônica, íons bem como o processo de diluição.

Descrição da pesquisa e da coleta de dados

Para atender aos objetivos deste trabalho, realizou-se uma pesquisa do tipo qualitativa. Tal investigação se fundamenta na descrição, observação e interpretação do fenômeno em estudo. Os dados coletados podem ser transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos, documentos pessoais e outros registros oficiais, sendo que os investigadores os analisam, respeitando a forma como foram registrados ou transcritos (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

A pesquisa aconteceu em uma Escola Técnica em Agropecuária Integrada ao Ensino Médio na cidade de Pontão/RS, localizada em um assentamento no meio rural. O Instituto Educar, que é apoiado pelas parcerias IFRS - Campus Sertão e Incra-Pronea, vem trabalhando a formação de jovens e adultos pertencentes aos assentamentos e reassentamentos do Movimento dos Trabalhadores Sem Terra se firmando na Educação no Campo. Foi fundado em janeiro de 2005 a partir da necessidade de desenvolver a produção orgânica nos territórios conquistados pelo movimento, nos quais são poucas as ações que incentivam a dar reais condições e aplicabilidade de uma agricultura sustentável e ecologicamente correta.

A pesquisa foi realizada em turno integral, em uma turma da última etapa do tempo escola do Ensino Médio Técnico em Agropecuária (turma médio VI), composta por vinte dois estudantes. A turma se caracteriza por ser composta por estudantes oriundos de diversos assentamentos do estado do Rio Grande do Sul.

A viabilidade do estudo foi analisada recorrendo a um diário de bordo preenchido por uma das pesquisadoras. O uso do diário de bordo preenchido pela pesquisadora que desenvolveu as atividades decorre, como lembra Zabalza (2004), da oportunidade de registrar as reações dos estudantes e as impressões do pesquisador, permitindo sua análise posterior. Nessa perspectiva, ao final de cada encontro, foram registradas, de forma escrita, as intervenções realizadas pelos discentes e os acontecidos julgados importantes para a pesquisa. Todos os registros constituíram material de pesquisa e foram discutidos com a perspectiva de dar mais subsídios para a análise das propostas.

Resultados e discussões das atividades propostas

As atividades experimentais quando preparadas e aplicadas adequadamente, ajudam os estudantes a aprender por meio de inter-relações entre teoria e prática, inerentes ao processo do ensino de química. Desta forma, “a importância na inclusão da experimentação está na caracterização de seu papel investigativo e de sua função pedagógica em auxiliar o aluno na compreensão dos fenômenos químicos” (SANTOS; SCHNETZLER, 1996, p. 31).

Com o procedimento 1 do preparo da Calda Viçosa modificada, os estudantes primeiramente calcularam, de forma individual, as quantidades de massas dos reagentes necessários para o preparo das soluções aplicando os conceitos aprendidos até então: concentração comum (g/L), porcentagem m/v (% m/v) e concentração em quantidade de matéria (mol/L). Constatou-se que os alunos conseguiram realizar rapidamente os cálculos de concentração comum e concentração em porcentagem, mas apresentaram um pouco de dificuldade na realização do cálculo em quantidade de matéria.

Na sequência, a turma foi dividida em cinco grupos. Cada grupo foi responsável pelo preparo de uma das soluções necessárias para o preparo de 10 L de calda viçosa. Cada grupo explicou para a professora/pesquisadora e para os demais colegas como realizou seu cálculo e como iriam preparar a solução.

Posteriormente, um grupo de cada vez mediu a massa calculada, colocando-a em um recipiente de plástico. Acrescentou-se o volume de água previsto no roteiro, com copo medidor e agitou a solução com a ajuda de uma colher de plástico.

Nesta ocasião, o professor também pôde discutir sobre a questão da solubilidade das substâncias, explicando o porquê de as soluções ficarem em repouso por 24h e o porquê de antes da pulverização realiza-se a filtração das soluções.

Após 24 horas as soluções, que estavam em repouso, foram despejadas lentamente no balde da solução de cal, agitando constantemente e adicionando água até completar o volume total de 10 litros. Verificou-se também o pH da calda viçosa que apresentou valor igual a 6.

Durante a realização da atividade, questionou-se os estudantes sobre o porquê de utilizar recipientes de plástico e/ou vidro para preparar e armazenar as soluções ao invés de recipientes de metal. Na hora alguns estudantes ligaram o fato das soluções serem aquosas e a questão da oxidação do metal, mais precisamente eles disseram que o metal "enferrujaria". Nesse sentido, reforçou-se os conceitos sobre oxidação e que a ferrugem é um termo específico para a oxidação do metal ferro.

Pode-se constatar que os estudantes gostaram muito de ter aprendido a interpretar e calcular a quantidade de fertilizante, inclusive um dos alunos mencionou que isso iria ajudá-lo muito no projeto de trabalho de conclusão de curso e outro destacou que através deste aprendizado, logo teria um técnico na propriedade dele, referindo-se a si mesmo, na expectativa de poder interpretar as análises de solo sem ter que solicitar ajuda de técnicos da cooperativa ou da Emater.

Essas falas foram muito gratificantes, pois demonstrou o quanto o desenvolvimento e a aplicação do conteúdo de concentração abordado através dos princípios agroecológicos foram significativos para os estudantes. E fazendo jus a uma das justificativas desse trabalho que era de utilizar o conhecimento químico

para instrumentalizar os estudantes oriundos do campo, para que eles pudessem utilizar os conhecimentos no seu dia a dia.

Em relação ao procedimento 2 – Bioensaio com cebolas, vale ressaltar que a toxicidade dos metais depende da dosagem e da forma química em que ele se apresenta. Muitos metais na forma de íons são essenciais para o crescimento de todos os tipos de organismos, desde que em baixas concentrações, caso contrário eles podem danificar os sistemas biológicos. Neste sentido, Palácio et al., (2013, p. 80) resalta que

A utilização da cebola como organismo-teste não é recente, esta vem sendo estudada e utilizada desde 1938, quando Levan introduziu o uso da espécie *Allium cepa* (cebola comum) como sistema de bioensaio para avaliar os efeitos citogenéticos da colchicina em células vivas (Fiskesjö, 1985). Desde então, a cebola tornou-se um material de larga utilização em testes de laboratório, devido ao rápido crescimento de suas raízes e à facilidade com que são observados seus cromossomos em fases de divisão celular. O teste com a cebola tem sido aplicado em diversas áreas de conhecimento para avaliar a toxicidade de compostos químicos de interesse ecológico e sanitário.

Um estudo realizado por Palácio et al., (2005), em água de rio, mostrou que uma concentração de 0,03 mg/L de íons cobre (II) dissolvidos provoca uma inibição de 40% no crescimento das raízes da cebola. Em decorrência disto, o roteiro da atividade experimental foi preparado ajustando as concentrações para que elas se enquadrassem em todas as faixas de crescimento de raízes, desde as mais concentradas passando pelas concentrações medianas, baixas e também somente em água. Dessa maneira, a turma foi dividida em cinco grupos e cada grupo recebeu quatro concentrações distintas de íons cobre (II). As concentrações distribuídas para os grupos estavam entre 0,00; 0,02; 0,04; 0,06; 0,10; 0,20 e 1,00 mg/L).

Foram utilizadas soluções aquosas de diferentes concentrações de íons cobre (II) e a avaliação dos resultados do bioensaio, pelos estudantes, se deu mediante a observação da inibição ou crescimento das raízes da cebola, e desta forma foi conduzida uma discussão dos efeitos da concentração de íons metálicos na agricultura e na saúde humana.

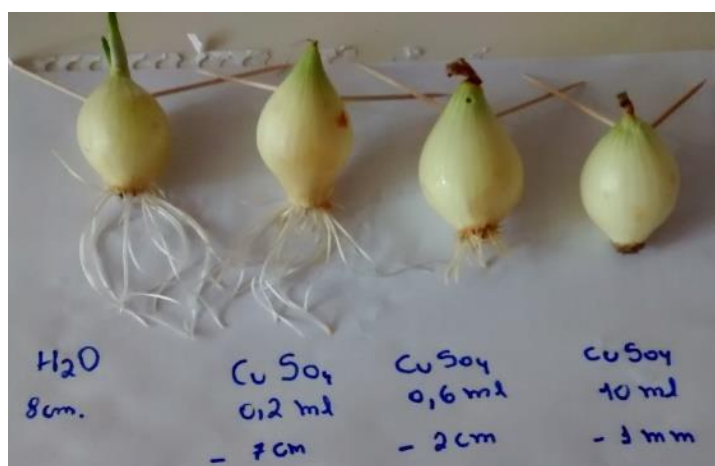
Ao questionar sobre o que eles achavam que aconteceria com os bulbos de cebolas mergulhadas na solução de diferentes concentrações de íons cobre, dois ou três estudantes responderam que normalmente a raiz iria crescer, pois já haviam feito uma atividade semelhante em uma disciplina do técnico, então questionou-se novamente em qual das soluções a raiz iria ficar maior, e praticamente todos responderam que era na que tinha maior quantidade de íons cobre, somente um deles afirmou que seria na concentração mediana.

Durante a aula, após o período de sete dias, foram medidos os comprimentos das raízes das cebolas que estavam imersas nas soluções de íons cobre (II) e em água. Os resultados mostraram uma inibição no crescimento da raiz a partir de uma concentração aproximada de 0,06 mg/L de íons $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$, o que corresponde a uma alíquota de 0,6 mL de solução de $\text{CuSO}_{4(\text{aq})}$ diluída em 100 mL de água.

Como era esperado, no copo que a cebola estava imersa somente em água as raízes cresceram cerca de 7-9 cm e onde havia uma maior concentração de íons cobre o crescimento ficou na faixa de 0-2 cm. A inibição em altas concentrações

demonstra a alta sensibilidade da cebola em relação ao efeito tóxico dos íons cobre (II). O decréscimo no comprimento médio das raízes e a aparência dos bulbos após a exposição à água e a soluções de diferentes concentrações de íon cobre (II), podem ser visualizados na figura 2, a seguir, que apresenta os resultados de um dos grupos (Grupo 4) e retrata os resultados dos demais, sendo que eles foram muito próximos.

Figura 2: Aparência das raízes após exposição a diferentes concentrações de íons cobre (II)



Fonte: Dados da pesquisa

A seguir, na Tabela 1, estão disponíveis os resultados que os grupos tiveram ao realizar o bioensaio, em que se pode perceber que os valores são bem próximos. Cada grupo trabalhou com água (0,00 mg/L) e três soluções de diferentes concentrações de íons Cu (II).

Tabela 1: Concentração íons $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ e comprimento das raízes

Concentração de íons $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ (mg/L)	Comprimento da raiz (cm)				
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Água (0,00)	9	6,3	7	8	4
0,02				7	
0,04	3,5	2,5	5		0,3
0,06				2	3
0,10	1,5	1,5	0,5		
0,20					0,5
1,00	0	0	0,2	0	

Fonte: Dados de pesquisa.

Nessa atividade, os alunos foram instigados a buscar informações, a fazer suposição de hipóteses sobre o que está sendo estudado e a discutir os resultados buscando conclusões acerca dos resultados obtidos. Nesse processo, os estudantes utilizam os conhecimentos que já têm e buscam outros para formular suas suposições e propor maneiras de solucionar o problema apresentado, argumentando e procurando justificar as hipóteses que foram propostas.

Os estudantes, desta forma, têm um papel ativo, sendo o professor o mediador desse processo, no qual incentiva os alunos a participar, indica ou fornece informações necessárias, questiona os encaminhamentos dados pelos estudantes na busca de soluções para o problema, auxilia-os na análise dos dados.

Assim, essa atividade tem um certo caráter investigativo, uma vez que a ação do aluno não se limitou apenas ao trabalho de manipulação ou observação, mas instigou o aluno a refletir, discutir, explicar, relatar, o que caracterizou esse trabalho como uma investigação científica (AZEVEDO, 2004, p. 21).

Anteriormente, conforme já mencionado, alguns dos estudantes haviam previsto que as raízes cresceriam mais na cebola submersa na solução que tivesse maior concentração, todavia foi exatamente o oposto do que aconteceu. Para uma melhor organização, decidiu-se que um grupo por vez deveria apresentar seus resultados e fazer a discussão juntamente com os demais colegas.

O principal questionamento era sobre a influência da concentração dos íons cobre (II) no crescimento das raízes da cebola. Antes da socialização e da discussão de resultados, solicitou-se que os grupos anotassem no seu roteiro o comprimento das raízes e a conclusão que o grupo teve em relação aos resultados obtidos.

Destaca-se que este bioensaio foi utilizado como fechamento de todo o conteúdo e sucedeu-se de forma significativa e satisfatória, contextualizando os conceitos ensinados/aprendidos sobre concentração em soluções químicas à aplicação de fertilizantes orgânicos no solo, que pode ser benéfica ou maléfica dependendo de sua dosagem. A utilização do íon cobre (II) na realização do bioensaio se justifica pela sua larga aplicação nos cultivos orgânicos, na forma de calda bordalesa. O objetivo do bioensaio era dar significado ao conceito de concentração na forma de uma atividade experimental com caráter investigativo, utilizando como reagentes substâncias conhecidas dos estudantes por serem aplicadas em manejos agroecológicos.

O primeiro grupo explicou que quanto maior a concentração de íons cobre (II) menor é a raiz, pois o sulfato de cobre inibe o crescimento da raiz e é tóxico para a planta. Em relação a isto, questionou-se se ele é de fato tóxico, uma vez que o mesmo é indicado como micronutriente. Os alunos responderam que dependendo da planta, do solo e da quantidade de nutrientes até o micronutriente pode prejudicar a planta.

Em relação às respostas dos estudantes, chama-se a atenção para a concepção deles em relação a atribuir os efeitos observados na análise de resultados ao sulfato de cobre utilizado para preparar a solução, mas o efeito observado era em decorrência da concentração do íon cobre na solução. Então, os grupos foram questionados sobre isso e pôde-se perceber que eles tinham conhecimento de que era o íon cobre (II) que estava provocando a toxidez, mas em suas discussões utilizavam o nome da substância que foi utilizada para preparar a solução, neste caso o sulfato de cobre.

Esta concepção se deve à forma equivocada da linguagem utilizada por muitos profissionais, aos próprios trabalhos e artigos publicados, a alguns livros didáticos que fazem mínima menção ao íon e sim à substância, e à mídia que muitas vezes acaba utilizando e disseminando os conceitos e a linguagem científica de forma errônea.

O segundo grupo ao descrever sua análise de resultados no roteiro da atividade, atribuiu o resultado a propriedade cicatrizante que o sulfato de cobre possui, na visão deles, quanto maior a concentração de íons cobre maior é o bloqueio das raízes para proteger a planta de absorver algo que não é bom para ela. Na discussão de resultados com o grande grupo, ao ouvirem a análise dos colegas sobre o efeito tóxico dos íons cobre (II) o grupo relatou ter feito, inicialmente, uma análise equivocada e que concordava e até achavam mais coerente o que os demais colegas estavam expondo como resultado.

O grupo três, que fez a transposição da análise de resultados apontando-as em outras situações de seu cotidiano, explicou que o sulfato de cobre é tóxico para a planta em qualquer quantidade principalmente quando adicionado ao solo. Em caldas como a calda bordalesa ele é adicionado via foliar por isso, não tem tanta toxicidade, no entanto, quando adicionado diretamente ao solo, sempre pode prejudicar a planta.

O grupo quatro expôs que o cobre, referindo-se ao íon cobre, prejudicaria a planta por ser um metal pesado e isso faria com que as raízes ficassem impedidas de crescerem, à medida que a concentração do sulfato de cobre fosse aumentando, ao contrário da cebola submersa apenas na água.

O quinto grupo argumentou que o sulfato de cobre deixaria o pH da água ácido e isso faria com que as raízes crescessem menos, mas quando questionados do porquê isto ocorreria, eles não souberam explicar. Acredita-se que os estudantes tenham utilizado este argumento em virtude de algo que eles tenham aprendido nas aulas do técnico agrícola, onde o pH ácido do solo é caracterizado por diminuir a disponibilidade de macronutrientes da solução do solo prejudicando o desenvolvimento das plantas.

Como fechamento das discussões, falou-se da importância do conhecimento do conteúdo de concentração em soluções químicas para a agricultura, pois como eles puderam ver nos resultados do bioensaio uma pequena diferença na concentração das soluções adicionadas ao solo pode causar um impacto enorme na plantação.

E o mesmo pode ocorrer em sistemas orgânicos, pois apesar de um dos princípios agroecológicos ser o desenvolvimento da trofobiose, através de um sistema agrícola equilibrado e sustentável para que o solo e a plantação não apresentem deficiências minerais, falhas na escolha das culturas, no manejo ou no próprio entendimento do sistema orgânico, podem proporcionar o aparecimento de deficiências.

Então assim como foi exemplificado com a solução de diferentes concentrações de íon cobre, outros íons metálicos podem tornar-se tóxicos quando adicionados ao solo sem que o agricultor tenha o conhecimento de como preparar o fertilizante orgânico na concentração mais indicada e fora do nível de toxidez de seu cultivo, fazendo com que a plantação se desenvolva de maneira saudável.

Em relação à aprendizagem deste conteúdo, evidenciou-se que ela não atingiu a todos os estudantes, mas em virtude da realidade escolar e da grande dificuldade de interpretação que os estudantes vinham apresentando durante as aulas, considera-se a aprendizagem como satisfatória, pois “para a aprendizagem significativa acontecer é necessário que o aprendiz apresente uma predisposição ao aprendizado” (MOREIRA, 2011, p. 24), não é questão de motivação ou vontade,

mas uma intencionalidade para aprender, assim ele fará as relações cognitivas necessárias para dar significado aos novos conhecimentos.

Ressalta-se que a utilização das atividades experimentais com enfoque agroecológico consistiu-se em um ótimo recurso, de significativa importância para os estudantes, pois eles residem em assentamentos da reforma agrária onde desenvolve-se a produção orgânica nos territórios conquistados e são poucas as ações que incentivam reais condições e aplicabilidade de uma agricultura sustentável e ecologicamente correta.

Nesse sentido, a agroecologia pode criar as condições para que os estudantes inseridos na realidade da reforma agrária atinjam níveis de autonomia social, econômica e sustentável, mas para isso é preciso promover um ensino/aprendizagem ancorando os saberes empíricos dos agricultores aos conhecimentos científicos sobre produção orgânica, agroecológica e manejo sustentável das riquezas naturais.

Considerações Finais

Em relação ao ensino de Química, sabe-se que a inclusão de novas metodologias para auxiliar as aulas torna-se cada vez mais importante, pois proporciona ao estudante o acesso ao conhecimento químico em articulação com o seu contexto social e tecnológico, podendo assim promover uma aprendizagem mais significativa.

Especificamente em relação ao professor de escola do campo, salienta-se que é muito difícil encontrar materiais didáticos atualizados e contextualizados de acordo com as especificidades do campo e que utilizem métodos inovadores que despertem a curiosidade do estudante visando desenvolver o senso crítico.

Destaca-se que o ensino de Química é muito importante dentro da Educação no Campo e também está muito inserida dentro da agroecologia, pois ao aliar o ensino de Química aos conhecimentos empíricos advindos do campo aumenta-se o conhecimento utilizando-se de novas ferramentas para propor diferentes processos, métodos e estratégias de desenvolvimento sustentável do campo.

Reconhecendo que a Educação no Campo vem buscando a construção de um currículo que tenha como principal objetivo discutir aspectos da realidade local, visando a sua transformação social, desta forma, destaca-se que o desenvolvimento das atividades experimentais sob a perspectiva da Educação no Campo foi bem sucedido, considerando que elas trouxeram para a sala de aula o conteúdo de soluções químicas aplicado à fertilização orgânica do solo, que é amplamente utilizada no contexto em que os estudantes estão inseridos.

Em relação à pergunta de pesquisa: “Qual é a pertinência de atividades experimentais, sob a perspectiva da Educação no Campo, seguindo os princípios agroecológicos?”, constatou-se, através da análise e discussão de resultados, que os estudantes demonstraram ter construído aprendizagens aplicando os conceitos ensinados/aprendidos em diferentes momentos da aplicação das atividades experimentais. Percebeu-se que os estudantes compreenderam acerca da importância do conhecimento químico, principalmente no que tange ao conteúdo de soluções na adubação do solo seguindo os princípios agroecológicos. Dessa forma, salienta-se a pertinência do ensino de Química aplicado à Educação no Campo, a

fim de trazer o conhecimento escolar para a vida, oportunizando aos estudantes tornarem-se participantes do processo de ensino/aprendizagem, e não meramente receptores de conhecimentos desconexos da realidade cotidiana.

Gliessman (2005, p. 56) considera que “a Agroecologia como ciência sistematizada é um campo emergente e que vem se consolidando”, pois ela se caracteriza como enfoque científico na medida em que se alimenta de outras disciplinas científicas, assim como de saberes, conhecimentos e experiências dos próprios agricultores. Considerando que o pressuposto da agroecologia seja desenvolver um manejo agrícola através do equilíbrio ecológico e sustentável, é muito importante a questão da fertilidade do solo, que seja observado, enviando periodicamente amostras para fazer análise e posterior correção, pois para promover o equilíbrio é necessário saber como está a nutrição do solo e, conseqüentemente, da planta para fazer os ajustes necessários para que ela se mantenha em equilíbrio.

Portanto, este estudo evidenciou a necessidade e a importância do desenvolvimento de novas pesquisas com essa temática, não somente no que tange à Educação no Campo, mas principalmente no emprego da temática da agroecologia como recurso didático-metodológico, visando mediar as práticas no ensino de Ciências/Química.

Referências

- ARAÚJO, S. R. M. **Escola para o trabalho, escola para a vida: o caso da escola família agrícola de Angical – Bahia Salvador** Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Educação, 2005.
- BOGDAN, R. C; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução de Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. **Educação do campo: diferenças mudando paradigmas**. Cadernos SECAD 2, Brasília, 2007.
- BRASIL. **Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. 1996.
- BRASIL. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Ministério da Educação/ Brasília, 2000.
- CHASSOT, A. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: Editora Unijuí (Educação consciência - Inédito), 2003.
- HODSON, D. **Experimentos na ciência e no ensino de ciências**. Educational Philosophy and Theory, v. 20, p. 53-66, 1988. (Tradução de Paulo A. Porto).
- LOCATELLI, A; SANTOS, K. de F. dos. Uma Análise do Enfoque da Agroecologia no Ensino de Ciências/Química. **Revista Thema**. v. 14, n. 2, p. 236-248, 2017.
- MOLINA, M; SÁ, L. M. (Org.) **Licenciaturas em educação do campo: registros e reflexões a partir das experiências piloto**. Belo Horizonte: Autêntica, 2011. (Coleção caminhos da Educação do Campo; 5).
- MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**. v. 2, p. 43-63, 2011.

PALÁCIO, S. M; CUNHA, M. B; ESPINOZA-QUIÑONES, F. R; NOGUEIRA, D. A. Toxicidade de metais em soluções aquosas: um bioensaio para sala de aula. **Química Nova na Escola**. v. 35, n. 2, p. 79-83, maio 2013.

PALÁCIO, S. M; ESPINOZA-QUIÑONES, F. R; GALANTES, R. M; ZENATTI, D. C; SEOLATTO, A. A; LORENZ, E. K; ZACARKIM, C. E; ROSSI, N; RIZZUTTO, M. A. e TABACNIKS, M. H. Correlation between Heavy Metal Ions (Copper, Zinc, Lead) Concentrations and Root Length of *Allium cepa* L. in Polluted River Water. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, p. 191-196, 2005.

ROSA, C. T. W. da. **A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2011.

SANTOS, W. L. P; SCHNETZLER, R. P. Função social: o que significa ensino de Química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**. n. 4, p. 28-34, nov. 1996.

ZABALZA, M. A. **Diários de aula**: contributo para o estudo dos dilemas práticos dos professores. Porto: Porto Editora, 1994.