

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Karine de Freitas dos Santos

O ENSINO DO CONTEÚDO DE SOLUÇÕES
QUÍMICAS SOB A PERSPECTIVA DA
EDUCAÇÃO NO CAMPO COM ENFOQUE EM
AGROECOLOGIA

Passo Fundo

2017

Karine de Freitas dos Santos

O ENSINO DO CONTEÚDO DE SOLUÇÕES
QUÍMICAS SOB A PERSPECTIVA DA
EDUCAÇÃO NO CAMPO COM ENFOQUE EM
AGROECOLOGIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Ciências Exatas e Geociências da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação da Profa. Dra. Aline Locatelli.

Passo Fundo

2017

CIP – Catalogação na Publicação

S237e Santos, Karine de Freitas dos

O ensino do conteúdo de soluções químicas sob a perspectiva da educação no campo com enfoque em agroecologia / Karine de Freitas dos Santos. – 2017.

91 f. : il., color. ; 30 cm.

Orientação: Profa. Dra. Aline Locatelli

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2017.

1. Ecologia agrícola. 2. Química – Métodos de ensino. I. Locatelli, Aline, orientadora II. Título.

CDU: 54:504

Catalogação: Bibliotecária Marciéli de Oliveira - CRB 10/2113

Karine de Freitas dos Santos

O ENSINO DO CONTEÚDO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS
SOB A PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO NO CAMPO
COM ENFOQUE EM AGROECOLOGIA

A banca examinadora abaixo APROVA a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial da exigência para obtenção de grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências e Matemática.

Professora. Dra. Aline Locatelli - Orientadora
Universidade de Passo Fundo

Professora. Dra. Cláudia Petry
Universidade de Passo Fundo

Professora. Dra. Maria Tereza Friedrich
Universidade de Passo Fundo

Professora. Dra. Eniz Conceição Oliveira
Centro Universitário UNIVATES

RESUMO

O presente trabalho almejou desenvolver, aplicar e analisar um produto educacional do mestrado profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, dentro da linha de pesquisa Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências e Matemática. O produto educacional é a elaboração de uma sequência didática, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, destacando principalmente as ideias de Marco Antonio Moreira e as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). O produto educacional consiste em um Material Didático, na forma de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para professores de química do Ensino Médio com enfoque no conteúdo de soluções químicas, sob a perspectiva da Educação no Campo, com enfoque em Agroecologia, visando que o ensino de soluções fosse aprendido de forma significativa pelo estudante, e que esse conhecimento pudesse ser útil para compreender as bases científicas por trás das técnicas e saberes tradicionais aplicados à Agroecologia. O trabalho foi desenvolvido buscando responder à pergunta de pesquisa que consistiu em avaliar qual é a pertinência do conhecimento químico, sob a perspectiva da Educação no Campo, nos conceitos de adubação do solo seguindo os princípios agrocológicos, e conseqüentemente, atender as perspectivas da turma de vinte e dois alunos do Curso Técnico em Agropecuária integrado ao ensino médio com habilitação em Agroecologia. O conteúdo estabelecido foi Soluções Químicas, que foi trabalhado na forma de uma UEPS, abordando os tópicos: concentração comum, concentração em porcentagem, concentração em quantidade de matéria e diluição. O produto educacional foi desenvolvido 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, onde seu tempo pedagógico segue a Pedagogia da Alternância e sua aplicação foi na última etapa do tempo escola. Por fim, a pesquisa teve como objetivo responder ao questionamento inicial através dos seguintes instrumentos de coleta de dados: memórias de aula do professor, anotações dos estudantes, e a realização e análise de um bioensaio com cebolas em diferentes concentrações de íons cobre (II). Esses instrumentos subsidiaram indícios de que a UEPS sobre o ensino do conteúdo de soluções químicas, sob a perspectiva da Educação no Campo com foco em Agroecologia contribuiu para a construção da aprendizagem significativa, uma vez que aborda os conteúdos químicos articulados a uma temática da realidade dos estudantes, apresentando potencial satisfatório para desenvolver os conhecimentos científicos fundamentais, a fim de instrumentalizá-los para sua realidade social e profissional, além de mantê-los mais interessados e motivados em torno da aprendizagem.

Palavras-chave: Agroecologia. Educação no Campo. Soluções Químicas.

ABSTRACT

This study aimed to develop, implement and analyze an educational product of the professional master's degree of Postgraduate Program in Teaching of Science and Mathematics at the University of Passo Fundo, in the research line Theoretical and Methodological Teaching Fundamentals of Science and Mathematics. The educational product is the elaboration of a didactic sequence, based on the Meaningful Learning Theory of David Ausubel, mainly focusing on the ideas of Marco Antonio Moreira and on the Potentially Significant Teaching Units. The educational product consists in a Didactic Material in the format of a Potentially Significant Teaching Unit for high school chemistry teachers, with focus on the content of chemical solutions from the perspective of Countryside Education based on Agroecology. It was intended that the student could learn in a significantly way the teaching of solutions and that this knowledge could be useful to understand the scientific basis behind the techniques and the traditional knowledge applied to Agroecology. The study was developed seeking to answer the question of research that consisted in assess which is the pertinence of chemical knowledge in the concepts of soil fertilization, from the perspective of Countryside Education, following the agroecological principles. Consequently, another objective was satisfy the prospects of the class formed by twenty-two students of Technical Course in Agriculture and Livestock integrated to the high school with habilitation in Agroecology. The established content was Chemical Solutions and was worked in the format of a Potentially Significant Teaching Unit, dealing with the topics: ordinary concentration, concentration in percentage, dilution and concentration in quantity of matter. The educational product was developed at the Instituto Educar, in the city of Pontão-RS, which is an extension project of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Sul - Campus Sertão. Its pedagogical time follows the Pedagogy of Alternation and its application was in the last stage of school time. Finally, the research intended to answer the initial question by the following instruments of data collection: teacher's class memories, students' notes and the completion and analysis of a bioassay with onions in different concentrations of copper ions (II). These instruments subsidized clues that the Potentially Significant Teaching Unit about the teaching of the content of chemical solutions, from the perspective of Countryside Education with focus on Agroecology, contributed to the construction of a meaningful learning, because it approaches the chemical contents articulated to a theme of the students' reality. This methodology presented satisfactory potential to develop the fundamental scientific knowledge to instrumentalize these students for their social and professional reality, in addition to keep them more interested and motivated to learning.

Key words: Agroecology. Countryside Education. Chemical Solutions.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representa os passos para construção de uma UEPS.	26
Figura 2 - Exemplos de contribuições de outras ciências à Agroecologia	29
Figura 3 - Fluxograma da descrição da metodologia.	31
Figura 4 - Questão 1 sondagem dos conhecimentos prévios.....	47
Figura 5 - Questão 2 sondagem dos conhecimentos prévios.....	48
Figura 6 - Questão resolvida por um estudante que solucionou a proporção de forma errada relacionando volume e porcentagem.....	48
Figura 7 - Questão 3 sondagem dos conhecimentos prévios.....	49
Figura 8 - Materiais utilizados no preparo da calda viçosa.	53
Figura 9 - Elucidação de parte dos procedimentos utilizados pelos grupos no preparo das soluções. A) Utilização da balança para medir a massa das substâncias utilizadas para preparar a calda viçosa. B) Adição de água na substância para preparar a solução.	53
Figura 10 - Elucidação de parte dos procedimentos utilizados pelos grupos no preparo das soluções. C) Transferência da solução preparada para um frasco âmbar. D) Frasco rotulado.	54
Figura 11 - Materiais utilizados na execução do bioensaio.....	58
Figura 12 - Estudante retirando uma alíquota da solução estoque, com uma seringa, para preparar a solução que será utilizada no bioensaio.....	59
Figura 13 - Montagem do experimento.	59
Figura 14 - Aparência das raízes após exposição a diferentes concentrações de íons cobre.	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação das aulas/tópicos da UEPS construída.....	35
Quadro 2 - Apresentação das categorias.....	40
Quadro 3 - Número total de trabalhos divididos em categorias.	40
Quadro 4 - Concentração íons $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ mg L ⁻¹ e comprimento das raízes.	64

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CEB – Conselho Nacional de Educação

Emater – Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural

ES – Espírito Santo

FAO – *Food and Agriculture Organization*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas

IFRS – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul

Incrá – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

Mepes – Movimento de Educação Promocional do Espírito Santo

MFR – *Maison Familiale Rurale*

MST – Movimento dos Trabalhadores rurais Sem Terra

PCN/EM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PCN+ – Parâmetros Curriculares Nacionais

PNLD – Programa Nacional do Livro Didático

PPC – Projeto Pedagógico do Curso

PPGECM – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

Pronera – Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

UEPS – Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

UPF – Universidade de Passo Fundo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Ensino de química	14
2.2	Soluções químicas	16
2.3	Educação no campo.....	20
2.4	Aprendizagem significativa	23
<i>2.4.1</i>	<i>Unidades de ensino potencialmente significativas.....</i>	<i>25</i>
2.5	Agroecologia.....	27
3	METODOLOGIA	31
3.1	Estado da arte	31
3.2	O produto educacional.....	32
3.3	Lócus da prática e público-alvo	33
3.4	A aplicação do produto educacional na escola	34
3.5	A pesquisa	37
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	40
4.1	Análise e discussão do estado da arte	40
<i>4.1.1</i>	<i>Pesquisa exploratória.....</i>	<i>41</i>
<i>4.1.2</i>	<i>Proposta didática</i>	<i>42</i>
<i>4.1.3</i>	<i>Outros.....</i>	<i>44</i>
4.2	Análise e discussão da aplicação produto educacional	45
<i>4.2.1</i>	<i>Primeiro momento: sondagem dos conhecimentos</i>	<i>45</i>
<i>4.2.2</i>	<i>Segundo momento: utilização de mapa conceitual a fim de resgatar os conhecimentos prévios</i>	<i>46</i>
<i>4.2.3</i>	<i>Terceiro momento: aplicação de uma situação problema, levando em conta o conhecimento prévio dos estudantes</i>	<i>47</i>
<i>4.2.4</i>	<i>Quarto momento: explanação dos conceitos de concentração comum e porcentagem; interpretação de laudos de análises de solo; e cálculos da expressão da quantidade de fertilizante orgânico líquido para fazer a adubação do solo</i>	<i>49</i>
<i>4.2.5</i>	<i>Quinto momento: retomada dos aspectos gerais dos conteúdos através de uma atividade experimental e apresentação de uma nova situação-problema em um nível de maior complexidade.....</i>	<i>52</i>

4.2.6	<i>Sexto momento: apresentação dos conceitos de concentração em quantidade de matéria, concentração de íons, cálculos da expressão da quantidade de fertilizante orgânico sólido para fazer a adubação do solo, execução do bioensaio e conceito de diluição</i>	56
4.2.7	<i>Execução do bioensaio</i>	57
4.2.8	<i>Sétimo momento: avaliação</i>	61
4.2.9	<i>Oitavo momento: avaliação da unidade de ensino potencialmente significativa – UEPS através da execução de um bioensaio</i>	62
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
	REFERÊNCIAS	70
	ANEXO A – Artigo.....	75

1 INTRODUÇÃO

A presente dissertação consiste na elaboração, aplicação e avaliação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, elaborada na forma de produto educacional, no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo - UPF na linha de pesquisa Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências e Matemática.

Tal ideia surgiu à medida que, após concluir a graduação em Química Licenciatura, ingressei¹ no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - PPGECEM, no ano de 2015, a fim de seguir com os estudos e aprender novas metodologias para aplicar em sala de aula. Meses após iniciar no PPGECEM surgiu a oportunidade em uma escola chamada 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 para dar aulas de Química para o ensino médio Técnico em Agropecuária.

O Instituto Educar é uma conquista dos trabalhadores rurais do Movimento Sem Terra, que ao longo de sua caminhada vêm fazendo história por meio da luta pela terra e pela Reforma Agrária. Com o apoio do IFRS - Campus Sertão, do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) e do Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária (Pronera) a escola vem trabalhando a formação de jovens e adultos pertencentes aos assentamentos e reassentamentos, firmando-se na Educação no Campo.

Ao pesquisar materiais didáticos com enfoque agroecológico, pôde-se perceber dois agravantes em relação ao ensino desta temática no que tange a 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.

A partir disso, buscou-se responder a seguinte pergunta de pesquisa: qual é a pertinência do conhecimento químico, sob a perspectiva da Educação no Campo, nos conceitos de adubação do solo seguindo os princípios agroecológicos?

¹ A fim de tornar o tom da escrita mais pessoal, opto, em algumas partes do texto, pelo emprego da primeira pessoa do singular.

A Educação no Campo tem características e necessidades próprias para o estudante do campo em seu espaço cultural, sem abrir mão de sua pluralidade como fonte de conhecimento em diversas áreas, dentre elas, o reconhecimento e valorização da diversidade dos povos do campo, a possibilidade de diferentes formas de organização da escola, a adequação dos conteúdos às peculiaridades locais, o uso de práticas pedagógicas contextualizadas, a consideração dos tempos pedagógicos diferenciados e a promoção do desenvolvimento sustentável.

Desta forma, o objetivo geral deste trabalho foi elaborar, implementar e analisar um material didático na forma de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), com enfoque no conteúdo de soluções químicas, sob a perspectiva da Educação no Campo com ênfase em Agroecologia, de tópicos específicos, conhecimento declarativo e experimental do conteúdo. De forma mais específica almeja-se:

- ✓ desenvolver aulas que propiciem a construção de aprendizagens significativas em relação ao conteúdo de soluções químicas;
- ✓ construir junto aos estudantes habilidades e competências, possibilitando que apliquem na sua realidade social;
- ✓ execução, pelos estudantes, de um bioensaio com cebolas em diferentes concentrações de íons cobre (II) que reportem significativamente ao conteúdo de soluções via interpretação de resultados;
- ✓ desenvolver nos estudantes a compreensão da importância do conhecimento químico, principalmente no que tange ao conteúdo de soluções nas técnicas agroecológicas.

A abordagem dos princípios agroecológicos nas aulas torna-se fundamental para formar e capacitar agricultores e filhos de agricultores através de uma visão ecológica da agricultura. Em relação ao conceito de Agroecologia adotado por Caporal e Costabeber (2004, p. 8) colocam que ela:

[...] nasceu a Agroecologia, como um novo enfoque científico, capaz de dar suporte a uma transição a estilos de agriculturas sustentáveis e, portanto, contribuir para o estabelecimento de processos de desenvolvimento rural sustentável. A partir dos princípios ensinados pela Agroecologia passaria a ser estabelecido um novo caminho para a construção de agriculturas de base ecológica ou sustentáveis.

Na Agroecologia levam-se em consideração questões de âmbito ambiental, social, econômico e ético. Desta forma, as práticas agroecológicas são pensadas e realizadas de forma integrante, respeitando o conhecimento científico e o popular e estabelecendo um diálogo entre os saberes.

Sendo que em relação à adequação dos conteúdos, às peculiaridades locais e o uso de práticas pedagógicas contextualizadas, a professora pesquisadora desde que entrou na escola vem trabalhando em suas turmas o conteúdo de química de forma contextualizada, utilizando temáticas como agrotóxicos e fertilizantes comerciais, apoiando-se em metodologias como as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) acordando com Locatelli, Santos e Zoch (2016, p. 171) “UEPS, com a temática dos agrotóxicos, à luz da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA, pode ser explorada no ensino de química, aplicada à Educação no Campo, a fim de trazer o conhecimento escolar para a vida”. As UEPS segundo Moreira (2011, p. 2) são “sequências didáticas de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para aprendizagem significativa”.

Desta forma foi desenvolvido, aplicado e analisado um material didático na forma de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativo (UEPS) para professores de Química com enfoque no conteúdo de soluções químicas, sob a perspectiva da Educação no Campo, com ênfase em Agroecologia, visando que o ensino de soluções seja aprendido de forma significativa pelo estudante e que esse conhecimento possa ser útil para compreender as bases científicas por trás das técnicas e saberes tradicionais aplicados à Agroecologia, além de tornar seu aprendizado uma ferramenta para que os estudantes aprimorem suas técnicas agrícolas em prol de seu sustento e qualidade de vida.

Para tal, este estudo foi baseado em uma pesquisa qualitativa e a coleta de dados foi realizada por meio das memórias de aula do professor, anotações dos estudantes e a realização e análise de um bioensaio com cebolas em diferentes concentrações de íons cobre (II). Acredita-se que estes instrumentos podem proporcionar a avaliação da interação (participação) dos estudantes, a avaliação da aprendizagem significativa e a compreensão e conexão por parte dos estudantes sobre os conceitos químicos utilizados nas técnicas agroecológicas, por meio da aplicação do produto educacional.

Para fins de organização, esta dissertação está distribuída na forma de capítulos. O primeiro, e presente capítulo, a introdução, apresenta a justificativa, os objetivos, a problemática da pesquisa e uma breve descrição da metodologia e do produto educacional.

O segundo capítulo traz os aportes teóricos acerca do ensino de química, soluções químicas, Educação no Campo, aprendizagem significativa, Agroecologia e concepção de pesquisadores sobre Agroecologia. Salienta-se, que a teoria da Aprendizagem Significativa serviu de apoio, uma vez que ela também estrutura as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, alicerces à sequência didática (do Produto Educacional) apresentada neste estudo.

O capítulo três aborda a metodologia empregada no produto educacional, o lócus da prática e público-alvo, a aplicação do produto educacional na escola e a pesquisa. No capítulo quatro está a análise e discussão de resultados onde estão as reflexões, as possibilidades e limites da utilização da sequência didática potencialmente significativa sobre o ensino do conteúdo de soluções químicas, sob a perspectiva da Educação no Campo com enfoque em Agroecologia. No capítulo cinco estão as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são trazidas preliminarmente as questões norteadoras deste trabalho. Primeiramente será feito um apanhado sobre a situação atual do ensino de química após será abordado o conteúdo de soluções químicas trazendo uma análise do que vem sendo publicado sobre este conceito, na sequência será exposto como nasceu e se consolidou a Educação no Campo.

Utilizando os pressupostos de Moreira (2011) será abordado sobre a aprendizagem significativa e a proposta das UEPS. Num segundo momento será abordado o enfoque em Agroecologia, iniciando por seu surgimento e a importância deste debate dentro do ensino de química diante do contexto em que os estudantes estão inseridos. Realizar-se-á, também, uma análise sobre as pesquisas que vêm sendo publicadas envolvendo Agroecologia dentro do ensino.

2.1 Ensino de química

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, para posicionar-se frente aos impactos ambientais e emprego de tecnologias.

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.

Neste sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN/EM) (2000, p. 11) “buscam dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização, e evitar a compartimentalização, mediante a interdisciplinaridade”. Com isso, não se propõe forçar a integração aparente de conteúdos, mas trabalhar conhecimentos de várias naturezas que se manifestam inter-relacionados de forma real.

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 PCN/EM (2000, p. 91) destacam:

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 Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN/EM) (2000, p. 39) chamam à atenção para a necessidade do 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 onde 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 a emissão de gases causadores de efeito estufa.

Apesar dessa ênfase, há pouquíssimos trabalhos que abordam aspectos relacionados à química na Agroecologia. Tal constatação se dá, de acordo com a percepção da pesquisadora, por dois fatores, sendo o primeiro por ela estar, muitas vezes, associada com o impactante, o nocivo, o sintético criando a imagem de que a química 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.

Tais fatores colaboram muito para que o ensino de química com ênfase em Agroecologia tenha pouco enfoque em sala de aula em relação às outras temáticas de cunho ambiental, o que reforça a importância da pesquisa e utilização desta temática nesta dissertação.

Ainda em relação ao ensino de química a experimentação constitui um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conhecimentos, desta forma ela será utilizada a fim de estabelecer uma relação entre teoria e prática. Segundo 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”.

No ensino por investigação, os estudantes são colocados em situação de realizar pequenas pesquisas, combinando, simultaneamente, conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Dessa forma propiciam uma série de vantagens para o ensino de química, pois o professor tem a oportunidade de trabalhar as concepções prévias dos estudantes, desenvolver as habilidades cognitivas, valorizar o ensino por investigação ao promover a produção de hipóteses.

O ensino da química, quando ministrado levando em conta a realidade do estudante e das questões que impactam em toda população, neste caso a questão da fertilidade do solo, apresenta maior relação entre os conteúdos e o cotidiano ao serem trabalhados de forma contextualizada dando maior significado aos conhecimentos escolares, incentivando a interdisciplinaridade, o raciocínio e a capacidade de aprender, além de desenvolver no estudante o senso crítico em relação ao meio ambiente e à questão da sustentabilidade.

2.2 Soluções químicas

Tanto os sistemas homogêneos quanto os heterogêneos podem ser classificados de acordo com os tamanhos das partículas dissolvidas, e esta classificação pode ser de três tipos: solução, coloide e suspensão. Considera-se uma solução quando as partículas dissolvidas são menores que 1 nm (10 Å). São considerados sistemas homogêneos, pois a solução mantém a

sua composição uniforme em todas as partes dele, e suas partículas são invisíveis mesmo quando expostas a um ultramicroscópio. A solução é dividida em duas partes: solvente e soluto.

O que caracteriza a solução é quando o soluto é dissolvido pelo solvente e esta relação é de grande interesse no estudo de química. As soluções podem aparecer nos três estados físicos, sólido, líquido e gasoso. Três aspectos são importantes para o estudo das soluções que são quantidade, concentração e composição. Em relação à quantidade de soluto numa solução, sabe-se que uma determinada massa de solvente pode dissolver determinada quantidade de soluto. Este ponto em que é máxima a quantidade de massa de soluto que o solvente pode dissolver é conhecido como ponto de saturação. Toda a quantidade de massa de soluto que for dissolvida abaixo desse ponto vai caracterizar a solução como insaturada e se a quantidade de massa de soluto dissolvida na solução for igual à massa desse ponto, a solução ficará conhecida como saturada. Em condições especiais, pode-se dissolver mais soluto que o ponto de saturação, esta solução é conhecida como supersaturada.

Em relação ao ponto de saturação salienta-se também a influência da temperatura que pode ser compreendida à luz do princípio de Le Chatelier, fazendo com que se a dissolução for um processo endotérmico a absorção de calor implica em deslocamento do equilíbrio fazendo com que a solubilidade, ou seja, o ponto de saturação aumente com a temperatura. Por outro lado, se a dissolução for um processo exotérmico o aumento da temperatura desloca o equilíbrio fazendo com que a solubilidade, ponto de saturação, diminua com o aumento da temperatura.

As soluções podem ser diluídas ou concentradas. Diluída é quando se tem muito solvente em relação ao soluto, e concentrada é quando se tem muito soluto em relação ao solvente. Também existem expressões químicas que relacionam a quantidade de soluto e a quantidade de solvente, denominados de concentração comum, concentração em porcentagem, concentração em quantidade de matéria, e diluição. A Concentração Comum (g L^{-1}) expressa a quantidade de massa em gramas do soluto pelo volume em litros de solução. A concentração em porcentagem (%) representa uma fração (parte) de uma centena podendo ser expressa em massa/massa %m/m, massa/volume %m/v e volume/volume %v/v. Concentração em quantidade de matéria (mol L^{-1}) expressa a relação da quantidade de matéria em mol pelo volume em litros da solução e a diluição consiste em tornar uma solução menos concentrada em partículas de soluto através do aumento do solvente.

O conteúdo de soluções está relacionado a várias situações vivenciadas pelos estudantes no seu dia a dia, uma vez que muitas substâncias utilizadas se apresentam sob a

forma de soluções, como por exemplo: o ar atmosférico, bebidas, objetos metálicos, assim como os produtos oriundos e utilizados na agricultura e pecuária.

Entretanto, os conceitos sobre soluções muitas vezes são ensinados de forma desconexa dando grande ênfase somente aos cálculos de aplicação de fórmulas, fazendo com que o estudante tenha dificuldades na construção de noções mais complexas em relação a esse conteúdo, por exemplo, os estudantes não conseguem transpor e aplicar o conteúdo soluções aprendidos durante as aulas na resolução de problemas advindos de situações reais de seu cotidiano, principalmente as advindas do meio rural onde tal conhecimento é muito importante para o preparo e aplicação de insumos agrícolas.

Ao analisar alguns livros didáticos do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), (2014) pode-se notar dois extremos; o primeiro é o excesso de contextualização, onde em uma página tem um texto com um assunto para contextualização e na outra traz outro assunto totalmente diferente não seguindo uma linha para o estudante montar um raciocínio e conseguir interpretar o conteúdo de soluções; o outro extremo é o excesso de conteúdos com pouca ou nenhuma contextualização.

Um fato muito importante encontrado nos livros é a aplicação direta de fórmulas. Quase todos os livros não utilizam as relações de proporção da expressão algébrica - regra de três para explicar os cálculos.

Neste sentido, os PCN/EM (2000, p. 32) destacam:

Vale lembrar que o ensino de Química tem se reduzido à transmissão de informações, definições e leis isoladas, sem qualquer relação com a vida do aluno, exigindo deste quase sempre a pura memorização, restrita a baixos níveis cognitivos. Enfatizam-se muitos tipos de classificação, como tipos de reações, ácidos, soluções, que não representam aprendizagens significativas. [...] Reduz-se o conhecimento químico a fórmulas matemáticas e à aplicação de “regrinhas”, que devem ser exaustivamente treinadas, supondo a mecanização e não o entendimento de uma situação-problema.

Ao buscar o que os autores vêm pesquisando sobre este conteúdo, percebe-se uma grande preocupação com a falta de entendimento, por parte dos estudantes, à noção microscópica do processo de dissolução que é muito importante, pois tópicos como transformações químicas, equilíbrio químico, ligações químicas, substâncias, modelo particular da matéria e interações químicas poderiam atingir um melhor nível de compreensão e poderiam ser retomados em níveis mais avançados. Neste sentido, Carmo; Marcondes (2008) afirmam que “compreender o conceito de dissolução em termos de interações entre as partículas de soluto/solvente exige que o aluno reorganize suas concepções de um nível de abstração menos complexo a níveis mais complexos de sua cognição”.

Muitos trabalhos apontam o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) nas aulas de química como uma ferramenta muito importante, neste sentido Moura et al., (2012) ressaltam que a Química foi beneficiada nesta nova era tecnológica da educação, pois como ela se trata de uma ciência bastante experimental e a visualização de processos é de suma importância, algumas teorias, como as utilizadas para explicar as reações químicas e a reatividade das substâncias em escala subatômica necessitam de um modelo, como por exemplo, orbitais atômicos, orbitais moleculares, ressonância magnética nuclear e espectroscopia eletrônica, onde o uso das tecnologias computacionais é uma importante ferramenta pedagógica.

Já outros autores reforçam a necessidade da utilização de temáticas e produtos do cotidiano ao ensinar o conteúdo de soluções, pois segundo Esteves e colaboradores (2013) “relacionar conteúdos de química com o que os educandos estão acostumados a ver no seu dia a dia facilita o entendimento por parte deles”.

No que se refere ao conteúdo de soluções nos PCN+ Ensino Médio (2002, p. 97) um dos principais objetivos estabelecidos é “correlacionar dados relativos à concentração de certas soluções nos sistemas naturais a possíveis problemas ambientais”. Neste sentido, o trabalho de Palácio, Soraya Moreno et al., (2013) teve como objetivo realizar uma atividade experimental de fácil execução e baixo custo para propor a discussão da interferência de metais potencialmente tóxicos sobre determinados organismos, quando estes estão presentes em soluções aquosas.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (1999) propõem que o ensino, em todas as áreas, deve ser trabalhado em sala de aula de forma mais dinâmica e divertida, assim, muitos trabalhos destacam o uso de jogos e atividades lúdicas. No artigo de Oliveira; Soares; Wesley (2015) abordou-se o conceito de soluções por meio de um jogo envolvendo cartas, dados, tabuleiro, perguntas e respostas com intuito de discutir o conceito de soluções como abordagem inicial do conteúdo e como uma maneira divertida de fixação de conteúdos.

Desta forma fica evidente que há muitos trabalhos e muitas preocupações em relação ao ensino de soluções químicas, mas nenhuma delas está associada aos estudantes do campo, que é o objeto de estudo desta dissertação, sendo desta forma sua contextualização com enfoque agroecológico sob a perspectiva da Educação no Campo um diferencial que possibilitará que os professores/estudantes que já vivem neste contexto tenham um material didático atualizado e contextualizado de acordo com suas especificidades, promovendo assim um ensino/aprendizagem de forma significativa para os estudantes do campo.

2.3 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.

Dessa forma também nasceu o Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária (Pronea) e a Coordenação Geral de Educação no Campo. A Educação na Reforma Agrária é uma parte da Educação no Campo, compreendida como um processo em construção que contempla a política que pensa a educação como parte essencial para o desenvolvimento do campo.

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 a 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 seu 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.

Destaca-se como um 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.

Nesse sentido, o documento da SECAD/MEC (2007, p. 13), indica:

No paradigma da Educação do Campo, para o qual se pretende migrar, preconiza-se a superação do antagonismo entre a cidade e o campo, que passam a ser vistos como complementares e de igual valor. Ao mesmo tempo, considera-se e respeita-se a existência de tempos e modos diferentes de ser, viver e produzir, contrariando a pretensa superioridade do urbano sobre o rural e admitindo variados modelos de organização da educação e da escola.

Somente a partir da Constituição de 1988 foi que a legislação brasileira, no que tange à educação, passou a contemplar as especificidades da população que vive no campo. Antes disso, a educação para quem residia no campo era mencionada apenas para propor uma educação instrumental ou assistencialista.

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 aja 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 onde 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.

A 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” (ARAÚJO, 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.

2.4 Aprendizagem significativa

A aprendizagem significativa, como a nomenclatura remete, é uma aprendizagem com significado para o aprendiz (MOREIRA, 2003, p. 2). De maneira mais ampla, Moreira (2011, p. 13) define aprendizagem significativa “aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe”, ou seja, é necessária a interação entre o conhecimento prévio, que Ausubel (2000, p. 2) define como subsunçor ou ideia-âncora, com o novo saber, é nesta interação que se estabelece sentido ao novo conhecimento.

No decorrer do processo de aprendizagem significativa os conceitos aprendidos terão sempre um caráter pessoal associado, considerando que a atribuição de significado é própria de cada sujeito, de seus subsunçores, de suas experiências, como aponta Moreira (2011, p. 130).

Na aprendizagem significativa, o novo conhecimento nunca é internalizado de maneira literal, porque no momento em que passa a ter significado para o aprendiz, entra em cena o componente idiossincrático da significação. Aprender significativamente implica atribuir significados, e estes têm sempre componentes pessoais.

Ao se buscar a aprendizagem significativa, é necessário propor materiais/aulas potencialmente significativas, não é possível ter-se uma aula significativa, pois a significância está no sujeito, nas interações que o novo conhecimento terá com os conhecimentos prévios na estrutura cognitiva de cada indivíduo.

E também 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.

Ao se propor um momento de aprendizagem potencialmente significativa é necessário conhecer parte da vivência do grupo de aprendizes, assim é possível prever alguns dos

possíveis subsunçores dos estudantes, sendo mais fácil resgatar junto aos educandos essas ideias-âncoras, tornando mais próximas aos aprendizes a possibilidade de relação dos novos conceitos com os saberes prévios.

Em algumas situações, pode acontecer de não se encontrar nenhum conhecimento prévio do educando que lhe sirva de subsunçor para aquela aprendizagem, nesta situação é necessário criar situações que façam sentido ao estudante, para que ele possa utilizar como ancoradouro, o que Moreira (2011, p. 30) denomina como Organizadores Prévios um “recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem. [...] Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação”.

No processo de aprendizagem significativa, Ausubel (2000, p.3) considera o conhecimento prévio como “a variável mais importante, pois é possibilita a atribuição de significados”. Vale ressaltar, que nem sempre o significado atribuído ao conceito está correto, como este significado é próprio do sujeito, pode ser estabelecido significados do senso comum ou mesmo interpretações equivocadas, isso deve ser avaliado e quando acontecer é necessária uma negociação com o aprendiz para suprir esta lacuna (MOREIRA, 2011, p. 24).

Ao se efetivar a aprendizagem significativa, o novo saber passa a fazer parte da estrutura cognitiva do sujeito, entende-se por estrutura cognitiva como “um conjunto hierárquico de subsunçores dinamicamente inter-relacionados” (MOREIRA, 2011, p. 19), que vai sendo enriquecida conforme mais aprendizagens significativas acontecem, e quanto mais o subsunçor for utilizado, mais estável ele se torna na estrutura cognitiva, facilitando o processo de novas aprendizagens (MOREIRA, 2011, p. 15).

A aprendizagem significativa pode acontecer de maneiras distintas, a aprendizagem representacional, é uma espécie de associação de significado a um símbolo, trata-se de uma aprendizagem primária; a aprendizagem conceitual constitui-se de uma extensão da aprendizagem representacional, mas em um nível mais abrangente e abstrato, como associação de significado a uma palavra; a aprendizagem significativa pode ser ainda, proposicional, em que ela exige como requisito a aprendizagem representacional e conceitual, porém é além da conexão desses saberes que ela possibilita a significação de novas ideias (MOREIRA, 2011, p. 36).

A aprendizagem significativa pode ser vinculada na estrutura cognitiva prévia do sujeito de diferentes formas, dependendo de relação entre o subsunçor e o novo saber, ela pode assumir a natureza subordinada, quando a informação nova é inclusa no subsunçor, ou seja, é um conceito mais amplo que o novo conhecimento; superordenada, acontece quando os

novos conceitos são mais amplos que os prévios, então após a abstração e indução, os conceitos prévios passam a ser subordinados do novo conceito aprendido, já que este apresenta um significado mais amplo; ainda pode acontecer a aprendizagem combinatória, quando o novo saber apresenta significações que se combinam com alguns subsunçores, no entanto como nenhum deles consegue se subordinar nem se superordenar, pois embora tenha significados comuns a vários, apresenta peculiaridades próprias (MOREIRA, 2011, p. 36).

É importante lembrar também que, mesmo quando acontece a aprendizagem significativa o sujeito está passível ao esquecimento se ficar por longos períodos sem fazer uso deste conhecimento, mas diferente da aprendizagem mecânica, é fácil resgatar/lembrar dos conceitos quando a aprendizagem foi significativa.

Um ponto importante do processo de aprendizagem significativa é a avaliação, pois em geral este momento da aprendizagem é baseado em instrumentos que avaliam se o estudante aprendeu ou não aprendeu, próprio para avaliar uma aprendizagem mecânica. Segundo Moreira (2011, p. 51) “a avaliação da aprendizagem significativa implica outro enfoque, porque o que se deve avaliar é compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento a situações não conhecidas, não rotineiras”.

A avaliação, no processo de aprendizagem significativa torna-se ainda mais delicada, pois muitos sujeitos da comunidade escolar, acostumados com a avaliação tradicional, irão questionar o fato de se colocar novas situações justamente na avaliação, assim, há necessidade da compreensão da avaliação progressiva, como parte do processo de aprendizagem, como um momento de perceber o que faltou ser aprendido para ser retomado, ou seja, um aliado na construção do conhecimento e não como etapa final.

2.4.1 Unidades de ensino potencialmente significativas

Dentro da escola a aprendizagem, em geral, é mecanicista, baseada na memorização de conceitos estanques, que não interagem entre si e com os problemas do mundo real. Talvez esse possa ser um dos motivos que contribuiu para a falta de relação teoria/prática da escola nos últimos tempos.

Há uma necessidade de reestruturar as práticas pedagógicas, possibilitando que o conhecimento escolar seja mais próximo à realidade dos estudantes e mais significativo em suas vivências.

Neste sentido para promover um ensino-aprendizagem mais contextualizado, destaca-se a aprendizagem significativa, defendida por Moreira (2011, p. 8), que representa:

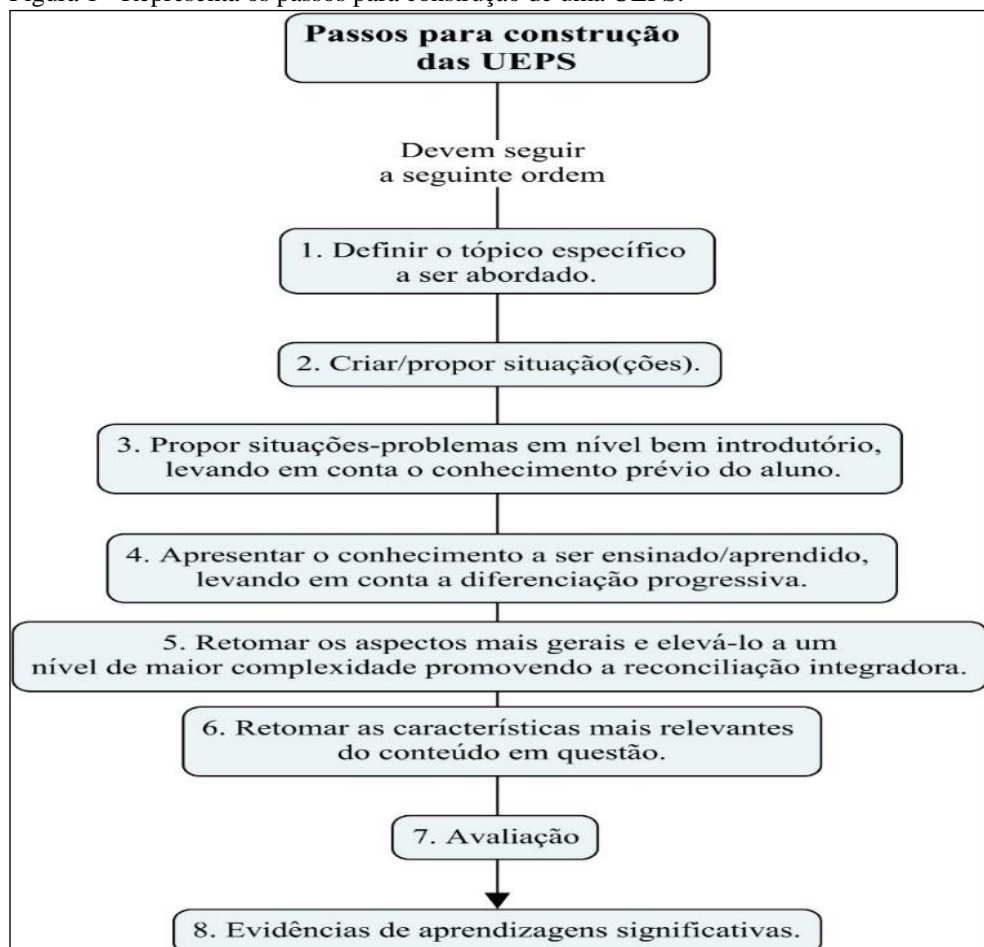
[...] compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento adquirido a novas situações; resulta da interação cognitiva não arbitrária e não literal entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos; depende fundamentalmente de conhecimentos prévios que permitam ao aprendiz captar significados (em uma perspectiva interacionista, dialética, progressiva) dos novos conhecimentos e também, de sua intencionalidade para essa captação.

Destaca-se nesta compreensão, a necessidade da relação professor – estudante – material educativo. Salienta-se ainda a importância do estudante ter intencionalidade para aprender (MOREIRA, 2011, p. 3), e essa intenção pode ser favorecida quando o docente mostra/cria situações que possibilitam aplicações reais dos conteúdos escolares.

Partindo deste entendimento Moreira (2011, p. 2) propõe as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) que são “Sequências didáticas de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula”.

Dentro desta metodologia são propostos oito passos para a construção de uma UEPS que são apresentados na figura 1, a seguir:

Figura 1 - Representa os passos para construção de uma UEPS.



Fonte: Moreira (2011, p. 3-4).

Um fator determinante nesta metodologia é a indagação, a criação de problemas e a possibilidade ao estudante de pensar. O aspecto mais relevante é resgatar os conhecimentos iniciais do estudante, pois assim os novos saberes poderão apresentar significado a eles.

Em um material potencialmente significativo as estratégias devem ser diversificadas, devem levar os estudantes a novas perguntas e não a memorização de conceitos, possibilitar que os estudantes criem novas situações, hipóteses.

A avaliação não deve acontecer somente ao final do processo, mas sim ao longo de sua aplicação, através de registros, colocações dos estudantes, e ao final propor novas situações onde seja necessária a compreensão, e assim possa ser evidenciada a aprendizagem significativa. Também devem ser considerados os aspectos formativos do estudante (MOREIRA, 2011), avaliando a intencionalidade em aprender, a realização das atividades propostas e a participação no decorrer das aulas.

Considerando as UEPS uma alternativa para qualificar o ensino de química, visando uma aprendizagem significativa, será proposta uma UEPS para trabalhar o conteúdo de concentração e diluição dentro das soluções químicas, podendo dessa forma avaliar a contribuição do ensino de Química na construção da aprendizagem agroecológica.

2.5 Agroecologia

A Agroecologia nasceu num ambiente de busca de novos conhecimentos alternativos ao modelo convencional de agricultura, de modo que seus princípios passariam a contribuir para o estabelecimento de um novo caminho para a construção de agriculturas de base ecológica ou agriculturas mais sustentáveis.

Segundo Altieri (2004, p. 42), a agricultura familiar representa a forma de organização mais adequada para potencializar o desenvolvimento agrícola de bases agroecológicas ao enfatizar que, “para promover o desenvolvimento rural sustentável é necessário que a Agroecologia chegue aos agricultores com poucos recursos, que possuem um reduzido acesso à tecnologia e pequenas relações com o mercado”. Para o autor, os pequenos agricultores devem ser o ponto de partida das estratégias de desenvolvimento rural sustentável, pois foi passada a ideia de que sem a agricultura convencional com a utilização de agrotóxicos e fertilizantes não haveria mais alimentos para a população, mas na verdade, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) (2006, p. 20) “os 20% de alimentos produzidos com a agricultura familiar alimenta 80% da população

e os 80% restantes são lavouras de soja, milho, etc., que são cultivadas quase que exclusivamente para exportação”.

A difusão da Agroecologia ao redor do mundo e, principalmente, no Brasil se destaca como sendo uma das principais alternativas para reverter o quadro da crise ambiental e promover a sustentabilidade, pois ela constitui um conjunto de conhecimentos sistematizados, baseados em técnicas e saberes tradicionais “que incorporam princípios ecológicos e valores culturais às práticas agrícolas que, com o tempo, foram desecologizadas e desculturalizadas pela capitalização e tecnificação da agricultura” (LEFF, 2002, p. 42).

Entretanto, a Agroecologia não descarta os conhecimentos gerados pelas ciências já consolidadas, mas sim procura incorporar esse conhecimento de uma forma integradora e mais abrangente do que a forma apresentada pelas disciplinas isoladas. Deste modo, a Agroecologia é considerada como um conhecimento transdisciplinar, que recebe as influências das Ciências Sociais, Naturais e Agrárias.

Neste sentido, a Agroecologia do ponto de vista epistemológico, se encontra no campo do que Morin (1999, p. 33) identifica como do “pensar complexo”, em que “complexus significa o que é tecido junto”. O pensamento complexo é o pensamento que tenta unir, não na confusão, mas operando diferenciações. A Agroecologia não se enquadra no paradigma convencional, cartesiano e reducionista, onde a ideia central era o domínio do homem sobre a natureza, e sim no paradigma da simplificação, pois, segundo os pressupostos de Morin, não é possível reconhecer a existência do problema da complexidade, visto que as relações da sociedade com o meio ambiente requerem um novo enfoque paradigmático, capaz de unir os conhecimentos de diferentes disciplinas científicas, com os saberes empíricos.

Gliessman (2005, p.56) “considera que a Agroecologia como ciência sistematizada é um campo emergente e que vem se consolidando”, pois ela caracteriza-se como enfoque científico na medida em que ela se alimenta de outras disciplinas científicas, assim como de saberes, conhecimentos e experiências dos próprios agricultores, o que permite estabelecer conceitos, metodologias e estratégias com maior capacidade para orientar, não apenas manejos mais sustentáveis, mas também processos de desenvolvimento rural mais humanizado.

Nesta direção, Caporal, Costabeber e Paulus (2006) ao refletir sobre a Agroecologia como uma matriz curricular ou como um paradigma para o desenvolvimento rural sustentável, discutem contribuições de várias áreas (Figura 2) e reconhecem a necessidade de integrá-las na construção de uma matriz curricular mais condizente com as discussões acerca do tema.

Figura 2 - Exemplos de contribuições de outras ciências à Agroecologia



Fonte: Caporal; Costabeber; Paulus (2006, p. 8).

Pode-se observar na figura 2 que, a respeito da área das Ciências Naturais, os autores trouxeram contribuições da Biologia e da Física, existindo, deste modo, uma lacuna em relação à Química. Inegavelmente os conhecimentos científicos, principalmente na área da Química, têm contribuído para a explicação de muitos fenômenos importantes à agricultura, um exemplo é o processo de fotossíntese, em que as plantas convertem a energia solar em energia química, que é armazenada nas ligações químicas das moléculas de açúcar. Ou em relação ao solo, desde sua constituição aos ciclos de nutrientes onde Gliessman (2005, p.238) afirma que o manejo de fertilidade é baseado no nosso conhecimento dos ciclos de nutrientes, do desenvolvimento de matéria orgânica e do equilíbrio entre os componentes vivos e não vivos do solo. Isso implica, segundo o autor, em reconhecer a importância do conhecimento químico no que tange a complexidade desse ecossistema.

Anexo a esta dissertação (anexo A) está disponível um artigo publicado na revista *Areté*, no ano de 2016, que relata um trabalho realizado pela professora pesquisadora após ter ingressado no Instituto Educar em uma turma de 22 alunos em sua última etapa do tempo escola.

O objetivo deste trabalho foi trabalhar química orgânica através de uma UEPS tendo como enfoque o ensino de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) utilizando a temática dos Agrotóxicos permitindo assim que os estudantes tivessem a capacidade de analisar

a realidade técnica de forma social, política, cultural e econômica, além das questões de saúde, despertando-lhes o espírito crítico para que, dessa forma, pudessem intervir na sociedade.

Desta forma o artigo apresenta dados referentes à avaliação da aprendizagem dos estudantes, que consistiu em uma análise de discurso francesa, articulada no Brasil por Orlandi (2001), das histórias em quadrinhos (HQs) confeccionadas pelos estudantes.

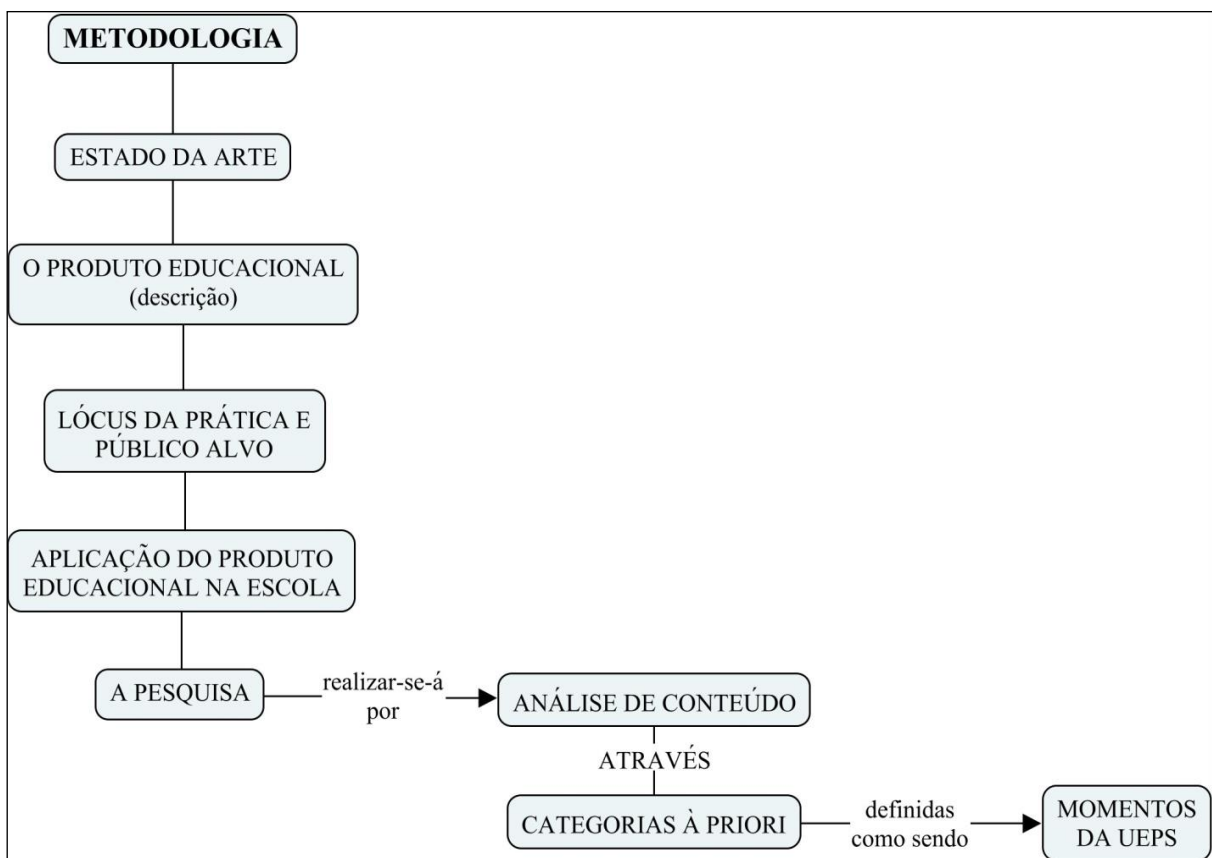
Através da aplicação da UEPS e posterior análise de dados para a publicação do artigo pode-se perceber, de forma mais clara, a importância de contextualizar o conhecimento químico às questões relacionadas ao campo, pois permite ao estudante refletir e utilizar o conhecimento químico como ferramenta para compreender questões do seu dia a dia sendo, portanto, uma das razões que impulsionaram o desenvolvimento deste produto educacional.

No entanto, ainda há uma falta de informações na literatura sobre quais conhecimentos químicos se fazem necessários para apropriação dos aspectos significativos da realidade dos sujeitos do campo, principalmente quais conhecimentos químicos são importantes para que haja uma aprendizagem significativa dos princípios agroecológicos sob a perspectiva da Educação no Campo.

3 METODOLOGIA

Este capítulo objetiva descrever a pesquisa realizada do tipo “Estado da arte” bem como o desenvolvimento e a aplicação do produto educacional na escola. Também contextualizar-se-á o lócus da práxis e por fim será apresentada a pesquisa desenvolvida neste estudo. Na figura 3 está elucidado um fluxograma representado um panorama geral da metodologia.

Figura 3 - Fluxograma da descrição da metodologia.



Fonte: a autora, 2017.

3.1 Estado da arte

Uma das principais preocupações em relação à Educação no Campo com enfoque em Agroecologia é em função da disponibilidade de trabalhos e materiais didáticos contextualizados e atualizados que sirvam de suporte aos professores que trabalham na área, portanto, realizou-se uma pesquisa de produções acadêmicas, buscando o emprego da Agroecologia no ensino, com enfoque na área de Ciências/Química, visando à compreensão da ocorrência e disseminação dos estudos com esta abordagem.

Tal pesquisa realizada caracteriza-se como “estado da arte” ou “estado do conhecimento”, de cunho descritivo, conduzida segundo uma abordagem quanti-qualitativa, de natureza teórico-bibliográfica, que na expressão de Ferreira (2002, p. 258) são:

[...] definidas como de caráter bibliográfico, elas parecem trazer em comum o desafio de mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários.

Adotou-se, para a pesquisa, a busca das palavras “Agroecologia”, “Agroecologia no ensino” e “Agroecologia no ensino de Química/Ciências”, relativas aos trabalhos publicados de 2004 até o ano de 2015.

A metodologia utilizada fundamenta-se na análise de conteúdo (BARDIN, 2011), que é um método de tratamento e análise de dados qualitativos em que se procura encontrar convergências e incidências de palavras e frases. A análise de conteúdo segundo a autora é:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p. 48).

Os resultados da presente pesquisa serão apresentados e discutidos no próximo capítulo.

3.2 O produto educacional

A construção da sequência didática foi motivada pela necessidade de materiais educacionais que possibilitem a construção da aprendizagem com significado para os estudantes advindos do campo. A partir disso, utilizou-se como base a proposta das UEPS, seguindo os passos propostos por Moreira (2011): tópico específico, situação, situação-problema, diferenciação progressiva, aspectos estruturantes – aumento da complexidade, diferenciação progressiva – retomar conceitos mais relevantes e avaliação.

Nas propostas apresentadas, a introdução do conteúdo se dá com situações que são da vivência dos estudantes, a partir delas, aumenta-se progressivamente os níveis de complexidade até atingir o conteúdo desejado. Também se faz uso das atividades experimentais como sendo um instrumento auxiliar na discussão de fenômenos científicos.

Para realizar as aulas foi entregue aos estudantes um material com as questões de pesquisa de campo e problematização e os roteiros das atividades experimentais elaborados pela professora (pesquisadora) que está disponível no produto educacional ao final desta dissertação. Adotou-se uma metodologia de problematização, desenvolvimento de atividades experimentais, discussão e sistematização.

3.3 Lócus da prática e público-alvo

A pesquisa, e conseqüentemente, a aplicação do produto educacional, aconteceu em uma escola técnica em agropecuária integrada ao ensino médio na cidade de Pontão/RS, localizada em um assentamento no meio rural. A escola atende em regime de internato em dois turnos, contanto com os níveis médio e superior. Atende aproximadamente de noventa estudantes, que provém de diversas cidades e estados.

O Instituto Educar, apoiado pelas parcerias IFRS - Campus Sertão e Incra-Pronera, trabalha 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 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 mais meninos do que meninas e os estudantes vêm de diversos assentamentos do estado do RS. É uma turma unida (considerando que os estudantes moram na escola, em regime de internato, durante o Tempo Escola) e realizam as atividades propostas, porém enquanto uns aprendem rapidamente outros têm grandes dificuldades.

O Projeto Pedagógico Institucional (2011, p. 42), do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFRS), no que tange aos cursos Técnicos de Nível Médio tem como pressupostos “uma formação emancipatória, buscando estratégias de ensino que priorizem a articulação entre as dimensões trabalho, ciência, tecnologia e cultura, permitindo ao jovem a compreensão dos fundamentos técnicos, sociais, culturais, políticos e ambientais do sistema produtivo”.

O currículo do Curso Técnico em Agropecuária integrado ao ensino médio está organizado em módulos, onde há a integração do ensino médio com o profissionalizante, além

da adoção do sistema de alternância organizando o curso em etapas de tempo escola e tempo comunidade.

O curso está organizado em sete etapas de tempo escola e sete etapas de tempo comunidade, sendo que a última etapa do tempo comunidade será utilizada para realização e conclusão do estágio curricular obrigatório. A carga horária total do curso é de 4400 horas, distribuídas em sete etapas com 480 horas-aula por etapa. Desta carga horária, 3360 horas são de tempo Escola, desenvolvidas na sede do polo, envolvendo os diferentes componentes curriculares. As demais 680 horas referem-se ao tempo comunidade com trabalhos relacionados ao processo ensino-aprendizagem dos componentes curriculares sendo desenvolvidos nas unidades familiares. Outras 360 horas são para o Estágio Supervisionado, estas ocorrerão no período do sexto tempo comunidade.

A pesquisa foi realizada com uma abordagem qualitativa fundamentada em Bardin com o objetivo de responder ao questionamento inicial que consiste em avaliar: qual é a pertinência do conhecimento químico sob a perspectiva da Educação no Campo nos conceitos de adubação do solo seguindo os princípios agroecológicos?, levando em consideração o envolvimento dos estudantes no decorrer das aulas, através das observações e memória de aula do professor (pesquisador) com relação a participação (comentários) dos estudantes e as anotações que os mesmos realizaram no material.

Outra forma de coleta dos dados da pesquisa e que serviu também como avaliação da aplicação da UEPS foi a execução e interpretação dos resultados, levando em consideração a aprendizagem dos conteúdos apresentados durante a aplicação da UEPS, de um bioensaio com cebolas em diferentes concentrações de íons metálicos, sendo esta a etapa final da sequência didática. Para a discussão dos resultados da pesquisa os estudantes foram nomeados com as letras do alfabeto mantendo-os assim no anonimato.

3.4 A aplicação do produto educacional na escola

A unidade de ensino potencialmente significativa proposta como produto educacional intitulado *O ensino do conteúdo de soluções químicas sob a perspectiva da educação no campo com enfoque em agroecologia*, foi aplicada no segundo semestre de 2016, sendo realizados três encontros de período integral nos turnos matutino e vespertino, totalizando vinte e duas horas-aula. O produto educacional, de 52 páginas, está apresentado no final deste trabalho. A seguir estão elencados (Quadro 1) os encontros e os momentos da UEPS com os respectivos conteúdos. Na sequência descreve-se como foram desenvolvidos cada um dos momentos.

Quadro 1 - Relação das aulas/tópicos da UEPS construída

Momento da UEPS	Encontros	Carga Horária h/aula	Conteúdo
1º	1º	1	Sondagem dos conhecimentos dos estudantes.
2º		1	Utilização de mapa conceitual a fim de resgatar os conhecimentos prévios.
3º		1	Aplicação de uma situação-problema, levando em conta o conhecimento prévio dos estudantes.
4º		3	Conceitos de concentração comum e porcentagem; interpretação de laudos de análises de solo e cálculos da expressão da quantidade de fertilizante orgânico líquido para realizar a adubação do solo.
5º		2	Retomada dos aspectos gerais dos conteúdos, através de uma atividade experimental e apresentação de uma nova situação-problema em um nível de maior complexidade.
6º	2º	2	Apresentação dos conceitos de concentração em quantidade de matéria e concentração de íons.
		3	Execução do bioensaio
	3º	2	Apresentação do conceito de diluição.
2		Apresentação dos cálculos da expressão da quantidade de fertilizante orgânico sólido para realizar a adubação do solo.	
3		Avaliação individual.	
2		Avaliação da UEPS, através da análise e discussão dos resultados do bioensaio.	
7º			
8º			

Fonte: a autora, 2016.

Primeiramente foi entregue aos estudantes um questionário disponível como “Apêndice A” (p. 38 do Produto Educacional) que serviu como sondagem dos conhecimentos prévios sobre o conteúdo de concentração de soluções. O questionário foi respondido em aula e entregue para o professor.

Logo após foi discutido os conteúdos aprendidos nas aulas anteriores utilizando um mapa conceitual, a fim de resgatar os conhecimentos prévios que eles possuíam sobre os conceitos básicos de solução e solubilidade.

Depois foi entregue o material “Apêndice B” (p. 39 do Produto Educacional) para eles responderem a situação-problema de forma individual. No final, o material foi recolhido pelo professor, tornando-se um dos componentes da avaliação. Esta situação-problema, em nível bem introdutório, levando em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes, foi aplicada a fim ativar seus subsunçores para a introdução do conhecimento que se pretende ensinar.

Na sequência foram explicados os conceitos de concentração comum e porcentagem através de questões-problemas. Após, os estudantes fizeram algumas atividades de sistematização e no fim retomaram as questões da situação-problema a fim de resolvê-las utilizando o conteúdo ensinado/aprendido. Nesta hora bem como durante as explicações conceituais a professora pesquisadora pôde avaliar a aprendizagem dos estudantes através da participação dos mesmos nas aulas e pelas dúvidas durante a execução dos exercícios.

Sequencialmente foram explicados os conceitos de concentração comum e porcentagem na interpretação de laudos de análises de solo e cálculos da expressão da quantidade de fertilizante orgânico líquido para realizar a adubação do solo. Estas questões são de grande importância por serem da vivência dos estudantes, além de relacioná-las com a parte técnica do curso.

Posteriormente, a fim de fazer o fechamento do conteúdo bem como elevá-lo a um nível maior de complexidade e avaliar a aprendizagem dos estudantes, propôs-se o preparo da Atividade Experimental - Calda Viçosa. Para a realização da atividade experimental os estudantes foram divididos em grupos e foi disponibilizado um roteiro “Apêndice D” (p. 41 do Produto Educacional) com o procedimento do preparo da Calda Viçosa modificada, para que os estudantes preparassem as soluções aplicando os conceitos aprendidos até o presente momento: concentração comum e porcentagem. Nesta ocasião, o professor também pôde discutir sobre a questão da solubilidade das substâncias, reatividade dos metais e a questão do pH.

Ao fim da realização da atividade experimental, foram explicados os conceitos de concentração em quantidade de matéria e concentração de íons, pois conhecer a quantidade em mols de uma substância é extremamente importante, visto que ela está diretamente relacionada à quantidade de partículas em nível microscópico (átomos, moléculas, íons etc.) além de ser muito utilizada em laboratório.

Para avaliar o produto educacional foi proposta a realização uma atividade experimental caracterizada como um bioensaio com cebola comum, para avaliar o efeito de soluções aquosas contendo concentrações crescentes de íons metálicos, inserindo desse modo, a discussão do efeito de íons metálicos na agricultura e na saúde humana. Inicialmente foi realizada a execução da atividade, por ela necessitar de alguns dias para análise de resultados, em grupo onde os estudantes seguiram o roteiro “Apêndice F” (p. 46 do Produto Educacional) e ficaram responsáveis pelos cálculos, preparo das soluções de sulfato de cobre II pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(aq)}$). No momento da execução da atividade experimental, a professora pesquisadora novamente pode avaliar a aprendizagem dos estudantes através da interação com os colegas e execução da atividade.

O conceito de diluição foi explicado através de uma questão-problema sugerida no produto educacional. Após os estudantes resolverem as atividades de sistematização onde a professora pesquisadora novamente pode avaliar a aprendizagem dos estudantes através da participação dos mesmos nas aulas e pelas dúvidas durante a execução dos exercícios. Na sequência foram explicados os cálculos da expressão da quantidade de fertilizante orgânico sólido para realizar a adubação do solo.

A avaliação proposta neste produto é de forma diagnóstica, contínua e cumulativa e foi realizada durante a aplicação da mesma, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado. Além disso, foi realizada uma avaliação somativa individual, contendo questões/situações que implicaram compreensão, que evidenciaram captação de significados e capacidade de transposição destes significados.

Na última aula, cada grupo apresentou um relatório de forma oral para avaliação e nele constou: como foram feitos os cálculos necessários ao preparo das soluções, a descrição de seu preparo, como o bioensaio foi executado e os resultados obtidos.

3.5 A pesquisa

A pesquisa desenvolvida neste estudo caracteriza-se como de natureza qualitativa, compreendendo a mesma como Schittler e Moreira (2014, p. 265) como “aquela que envolve a obtenção de registros descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar, interpretativamente, a perspectiva dos participantes”.

Este método de pesquisa qualitativa se caracteriza pela hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar determinado fenômeno, precisão das relações entre o global e o local, respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelo investigador, buscando sempre resultados fieis à realidade (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 32).

Este método foi utilizado na pesquisa, partindo do pressuposto de que com esta metodologia é possível estabelecer relações mais próximas entre sujeito e objeto (GERHARDT; SILVEIRA, 2009), bem como interpretar as situações vivenciadas no decorrer da pesquisa considerando diversos enfoques.

Silva, Silva e Dantas Filho (2015, p. 6) apontam ainda que, a pesquisa qualitativa pode permitir “interpretar particularidades nos comportamentos ou atitudes dos indivíduos”. Através da pesquisa qualitativa, tornar-se-á possível analisar o processo de construção do conhecimento químico, considerando alguns aspectos de participação dos estudantes que não poderiam ser quantificados. Gerhardt e Silveira (2009, p. 32), sobre isso, consideram que há “aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais”, fato que possibilita o enriquecimento dessa pesquisa.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram as memórias de aula do professor, anotações dos estudantes e a realização e análise de um bioensaio com cebolas em diferentes

concentrações de íons cobre (II), e desta forma buscou-se a identificação de evidências de aprendizagens significativas tanto na participação dos estudantes como nas anotações que eles produziram no material disponibilizado, pois tais instrumentos são ricos em possibilidades de evidências de aprendizagem significativa sendo que os estudantes têm liberdade para expor suas ideias.

As memórias de aula elaboradas pelo professor, que são registros escritos das aulas (PASSOS et al., 2008), são consideradas importantes, pois além de relatar aulas, apresentam situações que tiveram destaque no decorrer das atividades com comentários, esses foram utilizados, pois possibilitam ao pesquisador recorrer aos dados coletados de forma ágil e eficiente (PASSOS et al., 2008).

O material que os estudantes receberam foi recolhido ao término da atividade e armazenado em um portfólio individual de cada um. Esse material foi analisado na perspectiva de buscar anotações que evidenciassem aprendizagens significativas.

Neste sentido, foram consideradas evidências de aprendizagens significativas falas/escritos que demonstrassem a “captação de significados, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações problemas” (MOREIRA, 2011, p. 5). Salienta-se, também, que a pesquisa foi realizada considerando o decorrer das aulas e não somente a etapa final, ponderando que “a aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais” (MOREIRA, 2011, p. 5).

Outra forma de coleta dos dados foi através da execução e interpretação de resultados, levando em consideração a aprendizagem dos conteúdos apresentados durante a aplicação da UEPS de um bioensaio com cebolas em diferentes concentrações de íons metálicos, sendo esta a etapa final da sequência didática.

A técnica de análise de conteúdo foi feita a partir dos pressupostos de Laurence Bardin (2006), onde a técnica envolve as iniciativas de explicitação, sistematização e expressão do conteúdo de mensagens, com o intuito de deduzir logicamente e justificar a origem das mensagens. A proposta de Bardin (2006, p. 95) apresenta algumas etapas para efetuar a análise, organizadas em três fases: “1) pré-análise, 2) exploração do material e 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação”.

A primeira etapa, denominada pré-análise, é a fase que compreende a organização do material a ser analisado visando torná-lo operacional, sistematizando as ideias iniciais. Compreende a realização de quatro processos: (i) a leitura flutuante (estabelecer os documentos de coleta de dados, o pesquisador toma conhecimento do texto, transcreve

entrevistas); (ii) escolha dos documentos (seleção do que será analisado); (iii) formulação de hipóteses e objetivos (afirmações provisórias, que o pesquisador se propõe a verificar); (iv) elaboração de indicadores (através de recortes de textos nos documentos analisados, os temas que mais se repetem podem constituir os índices).

Nesta fase, é importante que se atente aos seguintes critérios na seleção dos documentos

[...] exaustividade: atentar para esgotar a totalidade da comunicação; representatividade: os documentos selecionados devem conter informações que representem o universo a ser pesquisado; homogeneidade: os dados devem referir-se ao mesmo tema; pertinência: os documentos precisam ser condizentes aos objetivos da pesquisa [...]. (BARDIN, 2006, p. 96 - resumida).

Exploração do material é a segunda etapa, diz respeito à codificação do material e definição de categorias de análise as quais reúnem um grupo de elementos, codificação, agrupamento esse, efetuado em razão dos caracteres comuns destes elementos e a identificação das unidades de registro que corresponde ao segmento de conteúdo, temas, palavras ou frases. Esta etapa é de suma importância, pois irá possibilitar o aumento das interpretações e inferências. Sendo assim, a classificação e a categorização são básicas nesta fase. Na construção das categorias, o pesquisador deve-se ater ao critério da exclusividade, a fim de que um elemento não seja classificado em mais de uma categoria.

A terceira e última etapa consiste no tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Nesta etapa ocorre a compilação e o destaque das informações para análise, culminando nas interpretações inferenciais. É o momento da intuição, da análise reflexiva e crítica. As categorias de análise da pesquisa tratam-se dos momentos da UEPS, ou seja, cada momento elencado no produto educacional corresponde a uma categoria de pesquisa que será analisada no próximo capítulo.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Aqui apresentam-se a análise e a discussão da pesquisa “estado da arte” sobre o emprego da agroecologia no ensino de Ciências/Química, bem como da pesquisa realizada a partir da aplicação do produto educacional.

4.1 Análise e discussão do estado da arte

Na pesquisa realizada encontrou-se 45 trabalhos. Os trabalhos incluídos nos critérios citados anteriormente, na metodologia, foram avaliados na íntegra e separados por categorias, as quais foram emergindo a partir da análise de conteúdo. Visando a identificação do número de publicações em cada categoria confeccionou-se o quadro 2 que apresenta um panorama do número de trabalhos em cada categoria de análise.

Quadro 2 - Apresentação das categorias.

CATEGORIAS		NÚMERO DE TRABALHOS
1.	Pesquisa exploratória	21
2.	Proposta didática	15
3.	Outros	9
TOTAL		45

Fonte: dados da pesquisa, 2016.

A quantidade de literatura encontrada sobre o tema foi estabelecida com muita dificuldade. Dessa forma, a pesquisa foi constituída de resumos e artigos de eventos, artigos de revistas e trabalhos de conclusão de cursos (monografias, dissertações e teses). Apresenta-se, a seguir, a constituição e a quantificação dos trabalhos analisados, separados por categorias no quadro 3.

Quadro 3 - Número total de trabalhos divididos em categorias.

CATEGORIAS	TOTAL DE TRABALHOS			
	Resumo/artigo em evento	Monografia/Dissertação/Tese	Artigo em revista	Total
1. Pesquisa exploratória	11	5	5	21
2. Proposta didática	5	1	9	15
3. Outros	5	1	3	9
TOTAL	21	7	17	45

Fonte: dados da pesquisa, 2016.

A partir da análise dos trabalhos e da posterior leitura completa da produção, passou-se a descrever resumidamente os trabalhos que apresentaram maior relação com a presente dissertação, nos itens organizados a seguir, por categoria de análise.

4.1.1 Pesquisa exploratória

Esta categoria apresentou o maior número de trabalhos, totalizando 21. A pesquisa exploratória, apresentada aqui, subdivide-se duas principais modalidades: pesquisa bibliográfica e análise de discurso dos entrevistados, registrando-se que a última somou a grande maioria dos trabalhos publicados.

A pesquisa exploratória em viés de análise de discurso de entrevista, mostra-se importante para dialogar e compartilhar experiências, possibilitando ter um conhecimento mais aprofundado das questões centrais.

Em tal contexto, destaca-se o trabalho de Corrêa (2013), que teve como objetivo analisar de que modo a interdisciplinaridade vem se processando na formação de jovens e adultos em um curso que tem, entre os seus pressupostos, os princípios agroecológicos e a contribuição dos conhecimentos químicos. A metodologia da pesquisa consistiu na aplicação de Entrevista Semiestruturada aos professores e estudantes do curso. Os resultados apontam que, no curso, os professores e os estudantes dialogam com seus conhecimentos num trabalho pedagógico coletivo, com a finalidade de desenvolver as atividades teórico-metodológicas que são planejadas com base no trabalho cotidiano das comunidades, objetivando integrar os saberes para a formação pretendida.

Já os trabalhos analisados na modalidade de pesquisa bibliográfica, em sua maioria, dedicam-se a discutir os aspectos teórico-metodológicos dos princípios da Agroecologia e sua inserção nos currículos.

Nesse sentido, destaca-se que o trabalho de Caetano, Macedo e Meireles (2009) teve como objetivo refletir sobre uma proposta metodológica para o curso superior de Agroecologia no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. A pesquisa baseou-se em uma revisão bibliográfica e na qualidade das práticas agrícolas estruturadas pela reforma educacional. Alguns efeitos, avanços e desvantagens foram analisados, assim como a transição para os estilos de agricultura ecológica. Os autores concluíram que a utilização dos princípios da Agroecologia na organização curricular e extracurricular, bem como os temas transdisciplinares poderão contribuir para uma melhoria qualitativa, não somente na formação profissional, mas também na formação humanística dos estudantes.

Considerando a categoria pesquisa exploratória, onde está presente a maioria dos trabalhos encontrados nesta pesquisa, evidencia-se somente a análise e levantamento de dados das concepções que norteiam o ensino como análise de material didático e o currículo do curso, sendo ambas muito importantes para que tenhamos um panorama que como anda a evolução da discussão desta temática nas instituições de ensino.

4.1.2 Proposta didática

No ensino é natural que ocorram discussões entre os pares sobre formas de propor maneiras alternativas de trabalhar os conceitos/conteúdos para que sejam instigadores para o estudante, o que pode justificar a quantidade relativa de publicações com Propostas Didáticas para o ensino de Ciências/Química analisadas neste trabalho, que somam 15 do total.

Assim, grande parte das publicações pesquisadas apresentam propostas alternativas para o processo de ensino-aprendizagem, almejando a contextualização e a significância dos conteúdos para o cotidiano dos estudantes.

Para melhor discussão, esta categoria foi subdividida em três modalidades: atividades experimentais, recursos didáticos e propostas interdisciplinares.

Na maioria das vezes, as atividades experimentais são vistas como aliadas para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais interessante, para despertar a curiosidade dos estudantes com algo instigante, que irá promover a aprendizagem, mas que depende muito de como esse processo é conduzido.

Muitos professores utilizam a experimentação somente como momento lúdico, ou como algo diferente da aula tradicional, mostrando a ideia do “show de ciências”, e não como uma situação-problema ou formulação de hipóteses para, a partir disso, construir os conceitos de acordo com a teoria.

Ao utilizar a experimentação nas aulas de Química/Ciências busca-se a interação cognitiva do sujeito com o conhecimento, para que o estudante consiga estabelecer relação entre seus saberes prévios do cotidiano com o fenômeno que está visualizando e o aporte teórico necessário para compreender/explicar a atividade experimental, visando a construção da aprendizagem.

Nesse sentido, chama-se à atenção para Barros et al. (2012) que realizou um trabalho com estudantes da 7ª série do ensino fundamental, construindo uma horta orgânica, onde foram desenvolvidas atividades na escola durante um semestre letivo, visando conscientizar os estudantes sobre a temática ecológica e ambiental. Segundo os autores, a construção da

horta escolar funcionou como tema transversal, pois permitiu que diversos temas fossem trabalhados em sala de aula e pesquisas desenvolvidas como, por exemplo, o histórico da Agroecologia, formas de adubação, influência do clima no desenvolvimento das plantas, etc.

Ao utilizar a experimentação nas aulas de Química/Ciências busca-se a interação cognitiva do sujeito com o conhecimento, no qual o estudante consiga estabelecer relação entre seus saberes prévios do cotidiano com o fenômeno que está visualizando e o aporte teórico necessário para compreender/explicar a atividade experimental, visando a construção da aprendizagem. Na expressão de Guimarães (2009, p. 1) “no ensino de ciências, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação”.

Já os recursos didáticos são considerados facilitadores do processo de ensino-aprendizagem do conteúdo proposto, que deve ser aplicado pelo professor. Nérici (1991) afirma que o ideal seria que a aprendizagem se consolidasse em situações reais de vida e, não sendo isso possível, esse material/recurso didático substitui a realidade, representando-a da melhor maneira possível. Souza (2007, p. 113), ainda expressa que “o uso de materiais didáticos no ensino escolar deve ser sempre acompanhado de uma reflexão pedagógica quanto a sua verdadeira utilidade no processo de ensino e aprendizagem, para que se alcance o objetivo proposto”. Não se pode perder em teorias, mas também não se deve utilizar qualquer recurso didático, por si só, sem objetivos claros.

Nesse contexto, o artigo de Mendonça (2012) destaca as ações pedagógicas construídas, tendo como centralidade a relação entre Geografia e Agroecologia, considerando a necessidade de produzir, organizar e disponibilizar materiais didáticos para a rede escolar. Foi baseado em revisão bibliográfica, mas fundamentalmente nas atividades de (in) formação desenvolvidas com estudantes e professores das escolas do campo, em Catalão/GO. Desta forma, a elaboração e a organização de materiais didáticos e as oficinas, as palestras e os trabalhos de campo realizados nas escolas, tais como recuperação de nascentes degradadas, cultivo de hortaliças orgânicas, construção de minhocários, recuperação de áreas de preservação permanentes, entre outras, foram registradas (fotografias e filmagens) como subsídios para a produção de mais material didático a ser disponibilizado às escolas. Esse material audiovisual foi gravado em DVDs e entregue para as escolas, conforme os temas que podem ser trabalhados na sala de aula com os estudantes, por estarem deslocados da realidade vivenciada por eles e suas famílias.

Contudo, percebe-se que para que os recursos didáticos possam promover a aprendizagem, o professor deve estar preparado, uma vez que ele atua como mediador desse processo. Também é necessário que ocorra a quebra de resistência dos professores em utilizar

esses recursos, tendo em vista que muitos ainda utilizam metodologias menos eficientes no ensino de Ciências/Química.

A terceira modalidade de análise que emergiu dessa categoria é a proposta interdisciplinar, que se torna um importante ponto de reflexão visando o entendimento do papel da interdisciplinaridade no processo de ensino-aprendizagem, bem como para discutir a forma como essa articulação vem ocorrendo quando se trata de princípios de Agroecologia.

Com esta perspectiva, o artigo de Mello e colaboradores (2015) utilizou a temática ambiental como tática para o ensino de Ciências e a realidade vivencial de cada um dos estudantes como ponto de partida para a realização do trabalho; esse consistia em problematizar sobre os caminhos que se cruzam entre agrotóxico, Agroecologia e o ensino de Ciências, além da relação inversa entre o que é justo socialmente e ambientalmente equilibrado e a eficiência econômica na utilização de agrotóxicos. A metodologia foi embasada na proposta do Projeto Ambiental Escolar Comunitário (PAEC), sendo de cunho participante. Para isso, utilizaram-se aulas de campo, aulas teóricas, palestras, questionários, entrevistas e observações *in loco*, utilizando-se os conteúdos programáticos da área de Ciências Naturais e Matemática para o ensino médio como meio de contextualizar a temática agricultura e meio ambiente. Os resultados da pesquisa, segundo o autor, evidenciaram que o trabalho por área de conhecimento proporciona o trabalho interdisciplinar, o diálogo de saberes, além de evidenciar a importância da temática ambiental na integração entre teoria e prática, conhecimento científico e universo vivencial do estudante.

Observa-se que a interdisciplinaridade, além de evitar a fragmentação do ensino, pode promover também relações entre professores, estudantes e objetos de estudo, que intervêm no processo de construção e organização do conhecimento científico, tanto na sala de aula como em qualquer outro ambiente de aprendizagem, seja ele formal ou não formal.

No que tange a categoria propostas didáticas evidencia-se a falta de propostas direcionadas aos estudantes do ensino médio, sendo que a maioria das propostas é direcionada ao ensino fundamental, na área de Ciências, com enfoque na Biologia e, na área das humanas, com enfoque na Geografia evidenciando a lacuna em relação ao ensino de química e a pouca quantidade de publicações que utilizam-se do emprego da temática da Agroecologia como recurso didático-metodológico, visando mediar as práticas no ensino de química.

4.1.3 Outros

Os artigos definidos pela categoria Outros, de maneira geral, abordam outras áreas como, por exemplo, a Filosofia, e outras propostas como a pedagogia de projetos.

Nesta modalidade vale salientar que a dissertação de Colombo (2006) teve como objetivo proporcionar aos estudantes, condições de autoavaliar e comparar os sistemas convencional e orgânico de produção, a partir da pedagogia de projetos. Foram cultivadas três espécies de pimentão e berinjela, e também foram efetivadas atividades interdisciplinares, envolvendo as áreas de Códigos e Linguagens e Ciências da Natureza, pertencentes ao ensino médio: fertilidade do solo, topografia, manejo fitossanitário e noções de administração decorrentes do ensino profissional. Segundo dados da pesquisa, 96% dos estudantes recomendam o cultivo orgânico e ainda relatam que adquiriram maior conhecimento sobre os assuntos que foram trabalhados de forma interdisciplinar, a partir da pedagogia de projetos.

O desenvolvimento deste “estado da arte” permitiu mapear a existência de produções que discorrem sobre o emprego da Agroecologia como temática mediadora em ferramentas didático-metodológicas no ensino de Ciências/Química, e também de produções existentes em outras áreas, que podem auxiliar na construção do conhecimento.

Após a realização desta pesquisa, evidencia-se a necessidade e a importância do desenvolvimento de novos estudos envolvendo essa temática, principalmente no que tange ao ensino e a aplicação do conhecimento químico.

4.2 Análise e discussão da aplicação produto educacional

Relata-se aqui a análise das categorias seguindo os pressupostos de Bardin (2006). Salienta-se que as categorias foram selecionadas a priori a luz dos oito momentos da UEPS.

4.2.1 Primeiro momento: sondagem dos conhecimentos

Na teoria da aprendizagem significativa, os conhecimentos prévios, ou seja, o que o aluno já sabe (conceitos, fatos, ideias) são fundamentais, uma vez que estes constituem-se como determinantes no processo de aprendizagem (AUSUBEL, 2003).

Para a sondagem dos conhecimentos prévios dos estudantes, utilizou-se um questionário (Apêndice A, p. 28 do produto educacional). Optou-se por recolhê-lo sem fazer explicações ou discussão de resultados, pois dessa forma pode-se ter uma ideia das concepções que os estudantes já possuíam sobre o assunto.

A questão número dois perguntava se os estudantes sabiam interpretar um laudo de análise de solo e fazer as correções a partir da interpretação dele, bem como explicar como a faziam. Em relação às respostas, chama-se atenção para o estudante A: *“Tivemos aula de*

solos, como tirar amostragem e como interpretar laudo [sic] mais eu não aprendi”; e pelo estudante B: *“Não sei, porque não entendi nas aulas dadas e geralmente [sic] e o técnico ou o agrônomo que faz a análise na propriedade”*.

Salienta-se a importância deste conhecimento para a atuação do profissional técnico agrícola, pois esta é uma das principais competências e habilidades que o estudante e posterior profissional técnico em agropecuária deve possuir ao concluir o curso para ingressar no mercado de trabalho, reforçando a importância de contextualizar o conteúdo através desta proposta.

Quanto à questão número cinco que se refere a se aumentar a quantidade de fertilizante orgânico a ser aplicado na plantação aumentaria também sua eficácia, a maioria dos estudantes demonstraram ter consciência de que a aplica o em excesso bem como deficiente pode prejudicar a planta, conforme destacado pelo estudante E: *[sic] “Para a planta fará bem. Vai ter boa qualidade. Mais o excesso também pode prejudicar”*; e estudante F: *[sic] “Não, pois até quando o produto ajuda se for de mais acima de suas medidas pode prejudicar a planta. Invés de ajudá-la”*.

O questionário consistiu em um ótimo instrumento de sondagem dos conhecimentos prévios dos estudantes, pois permitiu a professora pesquisadora ter uma ideia do entendimento dos estudantes em rela o ao conteúdo e o enfoque que foi ensinado durante a aplica o da UEPS.

4.2.2 Segundo momento: utiliza o de mapa conceitual a fim de resgatar os conhecimentos prévios

Segundo Novak e Ca as (2010, p. 10) *“mapas conceituais são ferramentas gráficas para a organiza o e representa o do conhecimento”*. Desta forma sua utiliza o, como resgate dos conhecimentos prévios, permite que os estudantes relembrem e organizem seus conhecimentos já adquiridos de forma aut noma.

Ao resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes através de um mapa conceitual, pode-se perceber que os mesmos tiveram mais dúvidas do que o esperado, pois eles já haviam tido esta primeira parte da matéria anteriormente.

Esta situa o já aconteceu mais vezes e isto pode ter ocorrido em virtude de dois possíveis motivos. O primeiro se refere ao fato de os estudantes terem tido vários professores de química nas etapas anteriores, sem ter uma continua o lógica do conteúdo, e o segundo   em rela o ao regime de alternância adotado pela escola, que apresenta dois lados, sendo o lado bom, os estudantes conseguem passar três meses em casa, no chamado Tempo Comunidade,

podem ajudar seus pais no meio rural onde vivem; e o lado ruim é que em decorrência disso eles acabam não tendo muito tempo disponível para revisar os estudos e quando voltam para escola, no chamado Tempo Escola, não conseguem lembrar o conteúdo ensinado/aprendido na etapa anterior e isto, de certa forma, dificulta a ação pedagógica em sala de aula.

A partir disso, ressalta-se a importância de desenvolver um ensino/aprendizagem de forma significativa, pois além dos estudantes transformarem os conceitos aprendidos em conhecimento aplicado, seria mais fácil fazer o resgate destes conhecimentos quando os estudantes retornarem para a escola. Desta forma, salienta-se a relevância da aplicação deste produto educacional na forma de UEPS, pois como aponta Moreira (2011, p. 130):

Na aprendizagem significativa o novo conhecimento nunca é internalizado de maneira literal, porque no momento em que passa ter significado para o aprendiz, entra em cena o componente idiossincrático da significação. Aprender significativamente implica atribuir significados, e estes têm sempre componentes pessoais.

Voltando ao resgate dos conhecimentos prévios, pode-se ressaltar que apesar dos estudantes terem dificuldades para lembrar o conteúdo, ao realizar as explicações dos conceitos presentes no mapa eles conseguiram acompanhar e questionar a medida em que tiveram dúvidas.

4.2.3 Terceiro momento: aplicação de uma situação problema, levando em conta o conhecimento prévio dos estudantes

Se o papel do professor é fazer com que nasça o desejo de aprender, sua tarefa é ‘criar o enigma’ ou, mais exatamente, fazer do saber um enigma: comentá-lo ou mostrá-lo suficientemente para que se entreveja seu interesse e sua riqueza, mas calar-se a tempo para suscitar a vontade de desvendá-lo (MEIRIEU, 1998, p. 92).

Em relação à situação problema, a primeira questão apresentada na figura 4, foi resolvida mentalmente pela maioria dos estudantes, poucos montaram regra de três para resolver, mas solicitou-se que todos montassem o cálculo para que se pudesse avaliar como os estudantes representam o cálculo mental no papel.

Figura 4 - Questão 1 sondagem dos conhecimentos prévios

1. Um volume de 250 L de biofertilizante pronto para uso contém farinha de osso que disponibiliza 45 kg de $P_2O_{5(s)}$. Quantos quilos (kg) de pentóxido de difósforo – P_2O_5 existem em 1 L de biofertilizante?

Após análise da questão, constatou-se que todos os estudantes realizaram o cálculo utilizando somente a operação de divisão, eles logicamente dividiram os 45 kg por 250 litros e encontraram a resposta da questão. Evidenciou-se ainda que a grande maioria dos estudantes não utiliza regra de proporção para a realização dos cálculos e o motivo, na concepção da professora pesquisadora, é a dificuldade na interpretação.

Já na segunda questão, apresentada na figura 5, os estudantes tiveram grande dificuldade em resolvê-la, observou-se enquanto eles respondiam à questão que era uma falha na interpretação da questão, pois ela solicitava porcentagem de pentóxido de difósforo - P_2O_5 em um litro de biofertilizante, utilizando os dados da questão anterior, mas para que os estudantes pudessem resolvê-la eles deveriam interpretar quais eram os dados da questão que eles deveriam utilizar, o que não ocorreu.

Figura 5 - Questão 2 sondagem dos conhecimentos prévios.

2. Utilizando dados da questão 1, qual é a porcentagem de pentóxido de difósforo - P_2O_5 em 1 L de biofertilizante?

Fonte: Produto Educacional, p. 39.

Após avaliar as respostas da questão percebeu-se que eles tentaram resolvê-la, mas erraram ao fazer a relação entre o volume do biofertilizante com o cem da porcentagem, conforme pode ser visualizado na figura 6 abaixo.

Figura 6 - Questão resolvida por um estudante que solucionou a proporção de forma errada relacionando volume e porcentagem.

$$\begin{array}{l} 0,18 - 1000 \\ x - 100 \end{array} \quad x = \frac{18}{1000} \quad x = 0,018\%$$

Fonte: dados da pesquisa, 2016.

Na questão três, apresentada na figura 7, inicialmente os estudantes não compreenderam como resolvê-la solicitando a utilização de tabela periódica, o que não era necessário, então se realizou novamente a leitura da questão enfatizando no enunciado as palavras-chave necessárias à sua interpretação, até o entendimento por parte dos estudantes. Feito isso, todos conseguiram resolver a questão.

Figura 7 - Questão 3 sondagem dos conhecimentos prévios.

3. Quais e quantos átomos estão presentes na molécula de pentóxido de difósforo - P_2O_5 ?

Fonte: Produto Educacional, p. 38.

O entendimento desta questão é muito importante para a realização dos cálculos de quantidade de fertilizante orgânico a ser aplicado no solo, pois ela relaciona a massa molar da substância e a massa molar do íon de interesse que a compõe.

No geral, pode-se perceber que o problema, desta e de outras turmas, em resolver as questões é oriundo da falta de leitura e interpretação. Acredita-se que um fator que corrobora para esta falha na aprendizagem seja o excesso de aulas e atividades, pois há semanas em que os estudantes têm aula todos os dias, das oito horas da manhã até às cinco horas da tarde, além de terem de realizar trabalhos técnicos nas dependências da escola, fazendo com que os estudantes tenham que aprender instantaneamente o conteúdo ensinado/aprendido sem tempo para revê-lo e internalizá-lo.

4.2.4 Quarto momento: explicação dos conceitos de concentração comum e porcentagem; interpretação de laudos de análises de solo; e cálculos da expressão da quantidade de fertilizante orgânico líquido para fazer a adubação do solo

Em relação à explicação do conceito de concentração comum, os estudantes conseguiram entender facilmente e realizar os cálculos mentalmente, mas insistiu-se que eles organizassem o raciocínio do cálculo, por regra de proporções, para facilitar a visualização do cálculo no papel e para que fosse possível tentar compreender como eles interpretam o cálculo e transpõem para o papel.

Esta observação consistiu-se em um bom instrumento, considerando que alguns estudantes tiveram problema em interpretar e, conseqüentemente, organizar o cálculo, pois eles inverteram os valores na regra de proporções, demonstrando dificuldade na interpretação da questão que, em virtude da observação da professora/pesquisadora, pode ser discutida e explicada instantaneamente para que os mesmos compreendessem e pudessem acompanhar a aula.

Sobre os conceitos de concentração em $\%(v/v)^2$, $\%(m/m)^3$ e $\%(m/v)^4$ os estudantes entenderam facilmente, pois enquanto ocorria a explicação, observou-se a realização da

² Porcentagem volume/volume.

interpretação das proporções e a fácil transposição do cálculo para o papel. Os cálculos de porcentagem, assim como os de concentração comum, são um dos principais conceitos dentro do conteúdo, uma vez que são a base para os cálculos de fertilização do solo.

Já ao realizar as atividades de sistematização, os estudantes demonstraram algumas dificuldades, principalmente na hora de interpretar e resolver os exercícios propostos. Pode-se notar que os estudantes acompanham muito bem a aula, tiram dúvidas e compreendem como realizar as atividades, mas quando eles têm que realizar as atividades sozinhos, ainda têm algumas dificuldades.

Em relação a esta primeira parte conclui-se que, apesar dos problemas com interpretação e falhas na aprendizagem na hora de montar os cálculos de proporção, que foram observadas e ensinadas, o ensino/aprendizagem dos conceitos de concentração comum e porcentagem foram satisfatórios.

Ao discutir o texto “Interpretando uma Análise de Solo Agrícola”, disponível na página 18 do Produto educacional, a partir das questões sugeridas no material didático, quando perguntado se era feita a análise de solo e quem fazia a interpretação do laudo de análise de solo na propriedade onde os estudantes moravam ou trabalhavam, a maioria dos estudantes relatou que normalmente quem interpreta o laudo de análise do solo na propriedade onde eles vivem são os técnicos da cooperativa. Outros disseram que eram os técnicos da Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater).

Sobre o envio das amostras para análise, alguns estudantes relataram que em suas propriedades não eram enviadas amostras de solo para análise. Neste instante, como justificativa para o não envio de amostras, um dos alunos disse que na Agroecologia tem-se a prerrogativa de que não precisa fazer análise de solo, pois o solo conseguiria se equilibrar automaticamente com rotação ou consórcio de culturas.

Neste aspecto se concordou com os estudantes, mas foi explicada a importância de fazer a análise de solo para ver se a rotação e o consórcio de culturas estavam dando certo em relação à manutenção do equilíbrio de nutrientes do solo e os estudantes acabaram concordando.

Ao discutir sobre o conhecimento dos estudantes em realizar o cálculo da quantidade de fertilizante orgânico, que deve ser aplicado no solo a partir dos resultados de análise, eles relataram não saber como calcular a quantidade de fertilizante orgânico a ser aplicado no solo. Mesmo frequentando o curso técnico em agropecuária eles não tinham este conhecimento

³ Porcentagem massa/massa.

⁴ Porcentagem massa/volume.

técnico, que foi pouco abordado dentro das disciplinas para este fim, pois pode-se perceber que no curso é dada uma maior ênfase às técnicas de cultivo agroecológicas, o que ficou claro no discurso do aluno que justificou a não realização de análises de solo.

Em relação à fertilização na agricultura agroecológica, o teor de matéria orgânica do solo é o fator de maior importância, reconhecido por ser indicador de qualidade do solo, pois solos com teores satisfatórios de matéria orgânica possuem melhores características físicas, químicas e biológicas. A matéria orgânica é oriunda dos fertilizantes orgânicos e tem a capacidade de reter os micronutrientes e liberá-los lentamente para a solução do solo e são gradativamente aproveitados pelas plantas.

Gliessman (2005, p. 238) afirma que “o manejo de fertilidade é baseado no nosso conhecimento dos ciclos de nutrientes, do desenvolvimento de matéria orgânica e do equilíbrio entre os componentes vivos e não vivos do solo”. Desta forma, além da importância de ter conhecimento químico no que tange a complexidade deste ecossistema é muito importante realizar a análise de solo ao menos uma vez por ano e levá-la em consideração, se for necessário fazer sua correção, pois como os nutrientes são liberados lentamente pela matéria orgânica, a quantidade aplicada no solo pode não disponibilizar nutrientes suficiente para o desenvolvimento da planta, deixando-a desequilibrada e suscetível ao ataque de pragas.

Ao explicar os cálculos envolvidos na adubação orgânica para correção do solo, percebeu-se que inicialmente os estudantes tiveram um pouco de dificuldade para entender os passos do cálculo. Notou-se que a parte mais complicada para eles entenderem foi a proporção entre a massa molar da substância nutriente, que compõe o fertilizante que será aplicado e sua relação com a massa molar do íon de interesse dentro desta substância. Em relação a isso, os estudantes relataram não conseguir acompanhar. Acredita-se que a explicação estava sendo feita muito rápida, então realizou-se a explicação novamente, com calma, e depois foi passada uma atividade de sistematização em que eles deveriam aplicar o que foi ensinado/aprendido. No final, ao corrigir a atividade, eles já demonstraram que tinham entendido.

Ao apresentar a fórmula para calcular a quantidade de fertilizante líquido a ser aplicado no solo, a maior dificuldade dos estudantes foi a localização dos valores na Tabela 1: Concentração de nutrientes e teor de matéria seca (MS), que foi disponibilizada na forma de “Apêndice C”, (p. 40 do produto educacional). Outra dificuldade, que alguns demonstraram, estava relacionada à falta de interpretação das questões, problema já exposto anteriormente.

Destaca-se que a maioria dos estudantes aprendeu rapidamente e conseguiu realizar os cálculos, entretanto, o maior desafio da turma está relacionado à falha na interpretação das questões.

4.2.5 Quinto momento: retomada dos aspectos gerais dos conteúdos através de uma atividade experimental e apresentação de uma nova situação-problema em um nível de maior complexidade

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 e SCHNETZLER, 1996, p. 31).

Para realizar a atividade experimental a turma foi dividida em grupos. Cada grupo ficou responsável pelos cálculos de concentração e preparo de uma das soluções que compõe a calda viçosa, pois o tempo para realização da atividade experimental era limitado e o objetivo de sua realização era a socialização e a significação dos conceitos ensinados/aprendidos. Um dos grupos ficou com a questão que solicitava os cálculos da concentração em quantidade de matéria, conceito não ensinado, que foi utilizado como impulsionador da diferenciação progressiva.

Durante a realização da atividade experimental, os grupos conseguiram realizar rapidamente os cálculos de concentração comum e concentração em porcentagem. Após, cada grupo explicou para a professora/pesquisadora e para os demais colegas como realizou seu cálculo e como iriam preparar a solução. Ao executar a atividade cada grupo realizou explicando o procedimento que estava fazendo e os demais ficaram observando e esperando até chegar sua vez.

Primeiramente os grupos de estudantes realizaram em seus roteiros os cálculos relativos ao preparo das soluções. Logo após, cada grupo de estudante apresentou os cálculos e explicou para os demais colegas como e quais materiais precisariam para preparar a solução. Abaixo, na figura 8, apresenta-se a imagem dos materiais e reagentes utilizados para preparar as soluções que compõe a calda viçosa⁵.

⁵ A calda viçosa foi desenvolvida pela Universidade Federal de Viçosa (MG) a partir da calda bordalesa, por isso a referência em seu nome. 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 25-30 °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. (BRAGA, G. N. M.)

Figura 8 - Materiais utilizados no preparo da calda viçosa.



Fonte: a autora, 2016.

Posteriormente, um grupo de cada vez, mediu a massa calculada antes, 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. A seguir (na figura 9) a elucidação de parte dos procedimentos realizados pelos grupos para o preparo das soluções.

Figura 9 - Elucidação de parte dos procedimentos utilizados pelos grupos no preparo das soluções. A) Utilização da balança para medir a massa das substâncias utilizadas para preparar a calda viçosa. B) Adição de água na substância para preparar a solução.



(A)
Fonte: a autora, 2016.



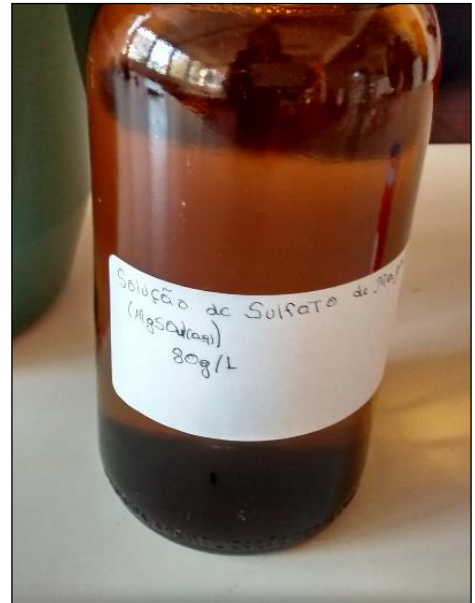
(B)

Por fim, como mostra a imagem a seguir (figura 10), cada grupo transferiu a solução que preparou para um recipiente de vidro cor âmbar e o rotulou.

Figura 10 - Elucidação de parte dos procedimentos utilizados pelos grupos no preparo das soluções. C) Transferência da solução preparada para um frasco âmbar. D) Frasco rotulado.



(C)
Fonte: a autora, 2016.



(D)

Após 24 horas as soluções que estavam em repouso foram despejadas lentamente no balde da solução de cal ($\text{CaOH}_{2(\text{aq})}$), agitando constantemente e adicionado 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”.

Neste momento, a fim de explicar melhor a indagação, resgatou-se a lembrança de um vídeo exibido na etapa anterior que demonstrava o efeito da oxirredução ao mergulhar uma chapa de zinco metálico em uma solução de sulfato de cobre. Então os estudantes lembraram que a chapa de zinco mudou de cor, nas palavras deles: “porque o cobre “passou” para a chapa”. Após, reforçou-se os conceitos sobre oxirredução explicando que, pelo fato do zinco metálico ser menos reativo do que o íon cobre presente na solução, o íon consegue deslocá-lo provocando a oxidação do zinco metálico e a redução do íon cobre a cobre metálico.

Propositalmente, o material do último grupo solicitava a realização dos cálculos de concentração em quantidade de matéria. Ao tentarem realizar os cálculos eles não sabiam como fazer, neste momento questionou-se sobre o conhecimento deles em relação ao conceito remetido ao mol, eles disseram não saber. Solicitou-se que hipoteticamente eles sugerissem

uma resolução para a questão, e surpreendentemente eles relacionaram o cálculo da concentração em quantidade de matéria aos passos do cálculo da quantidade de fertilizante orgânico a ser adicionado no solo para corrigi-lo, pois relacionaram a unidade de medida mol da massa molar que aparece naquele cálculo com o mol que estava na atividade experimental.

Pode-se perceber que os estudantes, apesar dos problemas de interpretação, utilizaram-se muito bem da lógica ao relacionar o mol L⁻¹ da solução que deveriam preparar a massa molar utilizada em um dos cálculos anteriores, todavia nenhuma explicação foi dada, apenas foi dito que na próxima aula eles iriam aprender sobre esta unidade de concentração, para que assim o grupo pudesse calculá-la e prepará-la.

Ao final da aula, conclui-se que tudo correu dentro do esperado, pôde-se explicar todo o conteúdo e as atividades programadas sem ter que ficar além do horário. A maior surpresa foi a facilidade com que os estudantes aprenderam os cálculos, apesar de demonstrarem na realização das atividades de sistematização problemas de interpretação.

Pode-se ver 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 foi significativo para os estudantes. E fazendo jus à uma das justificativas desta dissertação 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.

Neste sentido, salienta-se que a confecção do produto educacional pautado na aprendizagem significativa enriqueceu o ensino/aprendizagem, pois como a nomenclatura remete, “é uma aprendizagem com significado para o aprendiz” (MOREIRA, 2011, p. 2). De maneira mais ampla, o autor define aprendizagem significativa “aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe” (MOREIRA, 2011, p. 13).

Ao expor o trabalho para a engenheira agrônoma que faz parte da coordenação da escola, ela colocou que na etapa anterior, ao ser realizado junto com os estudantes uma atividade de avaliação reflexiva, em que eles se autoavaliaram, e disseram que em relação ao conteúdo explicado na disciplina de solo eles não tinham muito domínio, a agrônoma achou

bem pertinente o trabalho que estava sendo desenvolvido na disciplina de química, pois assim reforçaria o aprendizado do técnico e ainda interligaria com os conceitos da disciplina de química do ensino médio.

4.2.6 Sexto momento: apresentação dos conceitos de concentração em quantidade de matéria, concentração de íons, cálculos da expressão da quantidade de fertilizante orgânico sólido para fazer a adubação do solo, execução do bioensaio e conceito de diluição

Iniciou-se a aula retomando os conceitos de concentração comum e concentração em porcentagem, que os estudantes aprenderam na aula anterior, apresentando a aplicação em alguns exemplos do dia a dia, como por exemplo, em insumos agrícolas que são utilizados para calcular a tabela nutricional dos rótulos de alimentos e medicamentos.

Considerando que vários estudantes trabalham em cooperativas que possuem agroindústrias e precisam da rotulagem para colocar seus produtos a venda no mercado, considera-se muito importante fazer a transposição dos conceitos na realização do cálculo da tabela nutricional de alimentos, uma vez que permite ao estudante utilizar da aprendizagem dos conceitos de concentração comum e concentração em porcentagem como uma ferramenta, não só aplicada ao cálculo de fertilização do solo, mas aplicada em outras modalidades do trabalho.

Dando sequência, foi explicado que para fazer a rotulagem de alimentos, entre outros fatores, primeiramente teria que encaminhar o alimento para uma análise laboratorial e que em se tratando disto, nos laboratórios, as soluções eram preparadas em uma unidade de medida de concentração diferente das que tinham sido ensinadas/aprendidas e que este era o conteúdo que começaria a ser explanado em seguida.

Solicitou-se que o grupo 5, da atividade experimental realizada no dia anterior, grupo este que ficou com a questão que solicitava a realização do cálculo da concentração em quantidade de matéria, fizesse novamente a leitura da sua questão que não foi resolvida totalmente anteriormente, uma vez que os estudantes não lembravam da aplicação desse conceito.

A partir disso, iniciou-se a explicação pelo conceito de mol e a quantidade de espécies de átomos, moléculas ou íons que o compunham, após isso explicou-se o conceito da concentração em quantidade de matéria (mol L^{-1}), através de uma questão-problema, como sendo a relação entre a quantidade de matéria do soluto (n) e o volume da solução em litros (v). Em relação às explicações pôde-se perceber que os estudantes entenderam a até anotaram no caderno que um mol correspondia a massa molar.

Voltando à questão do experimento sobre concentração em quantidade de matéria, solicitou-se que os estudantes a fizessem. Ao resolver a questão, a dificuldade que o grupo

encontrou foi em calcular a massa molar do sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) em virtude do número cinco na frente da molécula de água. No final o grupo conseguiu cumprir as tarefas de calcular e executar o preparo da sua solução de forma bem-sucedida.

A concentração de íons em solução foi apresentada através de uma questão-problema, na qual, inicialmente, os estudantes tiveram dificuldade em fazer a equação de ionização, ajustar os coeficientes estequiométricos e as cargas dos íons. Após muitas explicações pôde-se perceber que muitos já haviam entendido e solicitou-se então que eles resolvessem algumas atividades de sistematização. Quanto aos estudantes que ainda estavam com dúvidas foi dada mais uma explicação que os ajudou em classe. Durante a resolução das atividades de sistematização, percebeu-se que a maioria dos estudantes aprendeu pelo fato de que se um colega tivesse alguma dúvida eles mesmos o ajudavam.

O fato dos estudantes ajudarem-se uns aos outros remete a teoria socioconstrutivista, em que os estudantes usaram do seu convívio social para serem mediadores na construção do conhecimento uns dos outros, vindo ao encontro do socioconstrutivismo que afirma que o desenvolvimento do homem só é possível a partir do momento que ele interage com o outro e com o meio, em uma troca de informações específicas. Como postulou Vygotsky “Na ausência do outro o homem não se constrói” (VYGOTSKY, 2002, p. 235).

4.2.7 Execução do bioensaio

Em virtude do horário reduzido e da importância em realizar a execução do bioensaio, e pela necessidade do mesmo ficar de cinco a sete dias em repouso, optou-se por apresentar o conteúdo de diluição na aula seguinte.

Por este motivo, os estudantes acabaram tendo um pouco de dificuldade no momento de realizar os cálculos, foi necessário explicar diversas vezes que estava disponibilizando uma solução estoque onde no rótulo estava especificada sua concentração em todas as unidades ensinadas/aprendidas, e que eles deveriam encontrar o volume necessário daquela solução para preparar outra solução na concentração solicitada no roteiro da atividade experimental. Porém os estudantes não conseguiam compreender e interpretar o cálculo, então se optou por auxiliá-los nas dúvidas em relação a realização dos cálculos, e na aula seguinte retomá-los ao explicar o conceito de diluição.

Em relação ao experimento, 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 senão eles podem danificar os sistemas biológicos quando presentes em concentrações maiores. Neste sentido, Palácio et al. (2013, p.80) ressalta 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 cromossomas 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. (apud Palácio et al. 2013, p.80), em água de rio, mostrou que uma concentração de $0,03 \text{ mg L}^{-1}$ de íon cobre dissolvido provoca uma inibição de 40% no crescimento das raízes de 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 somente água.

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 e/ou crescimento das raízes da cebola, e desta forma a discussão dos efeitos da concentração de íons metálicos na agricultura e na saúde humana.

Durante a execução da atividade experimental, cada grupo leu e interpretou as informações contidas no roteiro da atividade para realizar o experimento. Abaixo, na figura 11, encontram-se os materiais utilizados na realização do bioensaio.

Figura 11 - Materiais utilizados na execução do bioensaio.



Fonte: a autora, 2016.

Para a execução da atividade experimental, primeiramente eles retiraram da solução estoque, com uma seringa, a alíquota calculada anteriormente e transferiram para o copo descartável completando com água destilada até o volume de 100 mL, previamente marcado nos copos, conforme ilustrado (figura 12) a seguir.

Figura 12 - Estudante retirando uma alíquota da solução estoque, com uma seringa, para preparar a solução que será utilizada no bioensaio.



Fonte: a autora, 2016.

Após isso, eles prenderam as cebolas com palitos dentais, cuidando para que ficassem em uma altura em que os bulbos permanecessem imersos na solução iônica, conforme mostra a figura 13.

Figura 13 - Montagem do experimento.



Fonte: a autora, 2016.

Ao questionar sobre o que eles achavam que aconteceria com as 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.

Em decorrência disso, vale ressaltar que alguns estudantes não conseguiram fazer a transposição de seu conhecimento sobre o quanto as altas concentrações de fertilizantes orgânicos afetam a produtividade, constatado através de suas respostas no questionário de sondagem dos conhecimentos, para a atividade experimental que reproduzia a mesma situação.

Há dois fatores pelos quais acredita-se que os estudantes não tenham conseguido fazer esta transposição, o primeiro refere-se ao fato desta questão não ter sido discutida amplamente e de forma significativa com eles. E o segundo, e mais provável, é em relação à nomenclatura utilizada, pois na sondagem dos conhecimentos utiliza-se o termo fertilizantes orgânicos e na atividade experimental utiliza-se concentração de íon da solução.

O conteúdo de diluição e a resolução de atividades de sistematização foram explicados na aula seguinte à execução do bioensaio, pois não houve tempo hábil para ser explicado antes da execução, por conta do período de aula reduzido. Ao resolver alguns cálculos de exemplos de diluição junto com os estudantes, pôde-se perceber que eles conseguiram acompanhar e resolver junto, mas ao deixar que fizessem uma atividade de sistematização sozinhos, vários estudantes não resolveram, pois não estavam conseguindo interpretar o problema da questão e como os cálculos de diluição foram explicados através de sua fórmula, os estudantes não estavam sabendo substituir os valores.

Para que os estudantes compreendessem teve-se que reler de forma interpretativa, explicar e ainda ajudá-los em suas classes diversas vezes, até que se percebeu que a maioria havia demonstrado entendimento e conseguiram resolver as demais atividades de sistematização.

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.

Dito isso, iniciou-se a explanação de como calcular a quantidade de fertilizante sólido a ser aplicado no solo, a fim de correção do mesmo. Observou-se, através da resolução de atividades de sistematização e pelo acompanhamento das explicações, que os estudantes

conseguiram resolver facilmente, solicitando para realizar o cálculo de todos os produtos orgânicos utilizados para fertilização disponíveis no Apêndice C do produto educacional (p. 40), além de realizarem uma atividade de sistematização que integrava os conceitos ensinados/aprendidos nas aulas anteriores sem dificuldades.

Ressalta-se que a contextualização do conteúdo ensinado/aprendido através do cálculo da quantidade de fertilizante a ser aplicado no solo, consistiu-se em um ótimo recurso, pois os estudantes tiveram muita facilidade para aprender, sendo que tiveram uma boa base dos conceitos e cálculos de concentração comum e concentração em porcentagem, a ponto de conseguirem aprendê-los de forma significativa, conseguindo utilizá-los como ferramenta, na área técnica agrícola de fertilização do solo seguindo os princípios agroecológicos.

Desta forma os conhecimentos ensinados/aprendidos são muito importantes 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.

A Agroecologia pode criar as condições para que os agricultores 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.

4.2.8 Sétimo momento: avaliação

Para Luckesi (2002 p. 5) “avaliar é o ato de diagnosticar uma experiência, tendo em vista reorientá-la para produzir o melhor resultado possível, por isso, não é classificatória nem seletiva, ao contrário, é diagnóstica e inclusiva”. Desta forma, a avaliação individual foi aplicada com a intenção de diagnosticar a compreensão dos estudantes acerca dos conceitos ensinados/aprendidos bem como avaliar a capacidade de transposição dos conceitos em outras situações.

Em relação ao conceito de diluição, entende-se que ele não atingiu todos os estudantes, pois apesar de alguns deles terem conseguido aprender e realizar os cálculos corretamente a maioria teve grandes dificuldades.

Alguns estudantes que conseguiram realizar os cálculos de diluição o fizeram por cálculo de proporção, justificando que tinham maior facilidade em resolvê-lo assim do que aplicando a fórmula, outros conseguiram fazer rapidamente pela aplicação da fórmula.

Mesmo não atingindo a todos, considera-se a aprendizagem dos conceitos de diluição satisfatória, pois apesar de todas as dificuldades enfrentadas pelos estudantes dentro e fora da sala de aula e, muitas vezes pela falta de intencionalidade em aprender o conteúdo, uma parte da turma demonstrou compreendê-lo e alguns até utilizaram-se de seus conhecimentos matemáticos de proporção para realizar os cálculos sem a aplicação da fórmula.

Em relação ao aprendizado dos conceitos de concentração comum e porcentagem e sua aplicação nos cálculos de quantidade de fertilizante orgânico para a correção do solo, considera-se que foram satisfatórios e de muita significância para os estudantes, pois eles demonstraram ter compreendido muito bem o conteúdo durante as aulas e na avaliação foram as primeiras questões que eles fizeram, e estavam todas corretas.

Portanto, a avaliação individual mostrou-se, apesar de algumas dificuldades pontuais ainda demonstradas pelos estudantes, válida e satisfatória, pois durante as aulas houve a tentativa de significar todos os conteúdos que foram ensinados, porém como já constatado, desde as primeiras intervenções e pôde ser visto melhor na avaliação individual, a diferença de cognição que os estudantes da turma apresentam é um fator relevante, pois alguns têm muita dificuldade de interpretação e entendimento na hora das explicações, outros adotam formas mais confortáveis para resolver as questões, ou seja, conseguem fazer a transposição do conteúdo de forma natural, e ainda há aqueles que conseguem aprender bem e colocar em prática os conceitos ensinados/aprendidos.

4.2.9 Oitavo momento: avaliação da unidade de ensino potencialmente significativa – UEPS através da execução de um bioensaio

Uma atividade experimental investigativa deve partir de uma situação problema que possa interessar os alunos a participar da investigação, provocando a busca de informações, a suposição de hipóteses sobre o que está sendo estudado e a discussão dos resultados para chegar às conclusões do problema. Nesse processo, os estudantes utilizam os conhecimentos que já têm e buscam outros para formular suas hipóteses 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.

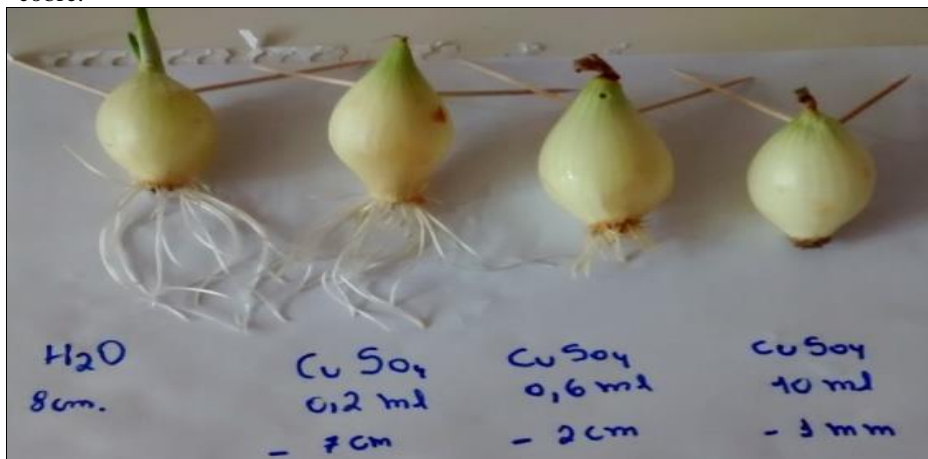
Assim, em uma atividade de natureza investigativa, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica (AZEVEDO, 2004, p. 21).

Neste sentido o bioensaio foi elaborado com base em um artigo da revista *Química Nova na Escola* e adaptado para que cada grupo de estudantes tivesse, durante sua execução, que colocar em prática todos os conceitos ensinados aprendidos durante as aulas. E no final apresentassem uma análise de resultados interpretativa demonstrando uma aprendizagem significativa e os conhecimentos ensinados/aprendidos. Para tanto, buscou-se utilizar todas as faixas possíveis de concentração de íons cobre bem como apresentá-las em unidades de medida de concentração diferentes.

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) (bioensaio). Os resultados mostraram uma inibição no crescimento da raiz a partir de uma concentração aproximada de $0,06 \text{ mg L}^{-1}$ de $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$, o que corresponde a uma alíquota de 0,6 mL de solução de $\text{CuSO}_{4(aq)}$ diluída em 100 mL de água destilada.

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. 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 cobrem (II), podem ser visualizados na figura 14, a seguir, que apresenta os resultados de um dos grupos e retrata os resultados dos demais, sendo que eles foram muito próximos.

Figura 14 - Aparência das raízes após exposição a diferentes concentrações de íons cobre.



Fonte: dados da pesquisa, 2016.

Abaixo, no Quadro 4, está disponível os resultados que os grupos tiveram ao realizar o bioensaio, em que se pode perceber que os valores são bem próximos.

Quadro 4 - Concentração íons $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ mg L^{-1} e comprimento das raízes.

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

Fonte: dados da pesquisa, 2016.

Na aula anterior, conforme já destacado, 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 ($\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$) na realização do bioensaio se justifica pela sua larga aplicação nos cultivos orgânicos, na forma de calda bordalesa, como uma das substâncias que compõe o supermagro, como calda viçosa, etc. O objetivo do bioensaio era dar significado ao conceito de concentração na forma de uma atividade experimental investigativa, 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 a 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 a substância, e a 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, a 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.

Segundo o Boletim Técnico nº 4 da Associação Nacional para a Difusão de Adubos, Lopes, Guilherme, (2000, p. 12) afirmam que

A disponibilidade dos macronutrientes primários, secundários e do boro tende a aumentar, passando de baixa sob condições de acidez e atingindo valores máximos na faixa de pH em água de 6,0 a 7,0. O aumento na disponibilidade de cloro e molibdênio é praticamente linear até pH 8,0. Entretanto, a disponibilidade de ferro, cobre, manganês e zinco é maior sob condições ácidas, diminuindo com a elevação do pH.

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 tornarem-se tóxicos quando adicionados ao solo sem que o agricultor orgânico 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.

5 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 gerar uma aprendizagem significativa. Atualmente, a tarefa mais difícil para o professor de química em geral é romper a barreira do ensino tradicional. Especificamente em relação ao professor de escola do campo com enfoque agroecológico, além disso, também 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 e desenvolvendo o senso crítico.

O estado da arte permitiu mapear a existência de produções sobre o emprego da agroecologia como temática mediadora em ferramentas didático-metodológicas no ensino de ciências/química, e também de produções existentes em outras áreas, que podem auxiliar na construção do conhecimento.

Na pesquisa realizada ficou evidente a existência de poucos trabalhos utilizando-se a temática agroecológica no âmbito educacional e principalmente permitiu observar, dentre os trabalhos encontrados, o quanto o ensino de ciências/química está afastado da temática agroecológica.

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. Os objetivos deste trabalho em elaborar, implementar e analisar um Material Didático (Produto Educacional) na forma de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), com enfoque no conteúdo de soluções químicas, sob a perspectiva da Educação no Campo com ênfase em Agroecologia, foi atingido de forma exitosa.

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.

Em relação a isso, o desenvolvimento e aplicação deste produto educacional bem como a resposta de aprendizagem dos estudantes que é possível desenvolver, em vinte e duas

h/aula, um ensino/aprendizagem de química que seja satisfatória e rica em contextualização através da temática agroecológica.

No que tange à Educação no Campo

Parágrafo único. A identidade da escola do campo é definida pela sua vinculação às questões inerentes à sua realidade, ancorando-se na temporalidade e saberes próprios dos estudantes, na memória coletiva que sinaliza futuros, na rede de ciência e tecnologia disponível na sociedade e nos movimentos sociais em defesa de projetos que associem as soluções exigidas por essas questões à qualidade social da vida coletiva no país (BRASIL, 2001).

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 a aplicação Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), elaborada sob a perspectiva da Educação no Campo foi bem sucedida, considerando que ela trouxe 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, podendo ser explorada no ensino de Química, e principalmente aplicada 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.

Em relação à pergunta de pesquisa: qual é a pertinência do conhecimento químico, sob a perspectiva da Educação no Campo, nos conceitos de adubação do solo seguindo os princípios agroecológicos? Constatou-se através da análise e discussão de resultados, que os estudantes demonstraram ter construído aprendizagens significativas aplicando os conceitos ensinados/aprendidos em diferentes momentos da aplicação da UEPS, tais como atividades experimentais, atividades de sistematização e transposição dos conceitos para o cálculo da quantidade de fertilizante orgânico, que deve ser aplicado no solo para corrigi-lo, desenvolvendo nos estudantes a compreensão da importância do conhecimento químico, principalmente no que tange ao conteúdo de soluções na adubação do solo seguindo os princípios agroecológicos.

Gliessman (2005, p.56) considera que “a Agroecologia como ciência sistematizada é um campo emergente e que vem se consolidando”, pois ela caracteriza-se 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 os

pressupostos 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.

Neste sentido, o ensino de Química aplicado à adubação do solo seguindo os princípios agroecológicos é muito importante no ensino médio técnico em agropecuária com habilitação em Agroecologia, pois a articulação entre conhecimentos químicos aos conceitos aplicados à fertilização orgânica do solo é uma das competências e habilidades fundamentais para que os estudantes possam exercer sua profissão ao final do curso, promovendo manejos agroecológicos com conhecimento e consciência da aplicação química envolvida no processo.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável*. 4. ed. Porto Alegre: Editora UFRGS. 2004. (Síntese Universitária).

ARAÚJO, S. R. M. *Escola para o trabalho, escola para a vida: o caso da escola família agrícola de Angical – Bahia Salvador*, 2005. Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Educação. Campus I. Disponível em: <<http://www.pppeduc.com>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos*. Trad. The acquisition and retention of knowledge. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 2000.

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa à prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Trad. L. de A. Rego e A. Pinheiro. Lisboa: Edições70, 2011. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/RonanTocafundo/bardin-laurence-anlise-de-contedo>>. Acesso em: 09 jul. 2016.

BARROS, L. C.; DAMBROS, G.; MACHADO, D. T. M. *Agroecologia na escola: Desenvolvimento de Atividades Agroecológicas na Rede Pública de Ensino de Cachoeira do Sul/Rs*. Monografias Ambientais. v. 5, n. 5, p. 1032-1037, 2012.

BRAGA, G. N. M. *A Calda Viçosa. Na sala com Gismonti: assuntos sobre Agronomia*. Disponível em: <<http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2009/11/calda-vicosa.html>>. Acesso em: 23 fev. 2017.

BRASIL. *Lei 9.39, de 20 de dezembro de 1996*. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 09 jul. 2016.

_____. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC; SEB, 1997.

_____. MEC. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Ministério da Educação/ Brasília, 2000.

_____. *Diretrizes Operacionais para a Educação Básica nas Escolas de Campo*. Resolução CNE/CEB n°1, Brasília, 2002.

_____. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. *PCN+ ensino médio: orientações curriculares complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias*, Brasília, 2002.

_____. *Recomenda a pedagogia da alternância em Escolas de Campo*, Resolução CNE/CEB nº 01/2006, Brasília, 2006.

_____. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Básica. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: 2006.

_____. *Educação do campo: diferenças mudando paradigmas*. Cadernos SECAD 2, Brasília, 2007.

CAETANO, A.; MACEDO, R. L.; MEIRELES, R. C. Agroecologia como princípios de ensino: uma proposta metodológica para o curso superior de agroecologia do Instituto Federal do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 6; CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA, 2, 2009, Curitiba. *Anais...* Curitiba, 2009. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/arquivos/materias/%7B3DDA9D8F-508D-4DDA-B3DB-87950B939D8C%7D_2384.pdf> Acesso em: 08 mar. 2016.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. *Agroecologia: alguns conceitos e princípios*. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004.

_____; _____. PAULUS, G. *Agroecologia: matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável*. Brasília: MDA, 2006.

CHASSOT, A. *Catalisando transformações na educação*. Ijuí: Editora Unijuí, 2003. (Educação consciência - Inédito).

COLOMBO, J. N. *Emprego da “Pedagogia de Projetos” com base na avaliação do desempenho de cultivares de pimentão e berinjela sob manejo convencional e orgânico*. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola) - Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola da UFRJ. Seropédica, RS, 2006. Disponível em: <<http://cursos.ufrj.br/posgraduacao/ppgea/files/2015/05/Jo%C3%A3o-Nacir-colombo.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2016.

CORRÊA, S. V. Integrando saberes: conhecimentos químicos em um curso com princípios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 8, 2013, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre, 2013.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. *Revista Educação e Sociedade*. n. 79, p. 257-272, 2002.

FERREIRA, A. P. M.; FERREIRA, A. P. S. O.; MENDONÇA, M. R. A Agroecologia no contexto escolar do município de Catalão (GO): resultados de uma experiência. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 19, 2009, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 2009.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2016.

GLIESSMAN, S. R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. 3. ed. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2005.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*. v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HODSON, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. *Educational Philosophy and Theory*, v. 20, p. 53-66, 1988. (Trad. Paulo A. Porto).

LEFF, E. Agroecologia e saber ambiental. *Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável*. v. 3, n. 1, p. 36-51, 2002. Disponível em: <http://www.pvnocampo.com.br/agroecologia/agroecologia_e_saber_ambiental.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2016.

LOCATELLI, A.; SANTOS, K. F.; ZOCH, A. N. Unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino de química orgânica, abordando a temática dos agrotóxicos. *Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências*. Manaus. Ano 2016. p. 158-172.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. *Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: aspectos agrônômicos*. 3. ed. rev. e atual. São Paulo: ANDA, 2000.

LUCKESI, C. C. Avaliação da aprendizagem na escola e a questão das representações sociais. *Eccos revista científica*, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 79-88, 2002. Disponível em: <<http://www.luckesi.com.br/artigosavaliacao.htm>>. Acesso em: 07 fev. 2017.

MEIRIEU, Philippe. *Aprender... sim, mas como?*. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2020003/mod_resource/content/1/Meirieu%20-%20O%20que%20%C3%A9%20aprender%3F.pdf>. Acesso em: 05 maio 2017.

MELLO, G. J. et al. A educação do campo na Amazônia legal, caminhos que se cruzam entre agrotóxicos, agroecologia e ensino de ciências. *Experiências em Ensino de Ciências*. v. 10, n. 2, p. 89-101, 2015.

MENDONÇA, R. M. Geografia e ensino: práticas educativas agroecológicas na rede escolar. *Ensino Em Re-Vista*, v. 19, n. 2, p. 349-362, 2012.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - IFRS. *Projeto Pedagógico Institucional do IFRS*. 2011. Disponível em: <http://www.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/201226102555931ppi_versao_final.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2016.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. *Censo Agropecuário*. ISSN 0103-6157. Rio de Janeiro, p. 1-267, 2006.

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). Disponível em: <<http://flacso.redelivre.org.br/files/2013/02/1033.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2016.

MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*. v. 2, p. 43-63, 2011.

MORIN, Edgar. *Complexidade e transdisciplinaridade: a reforma da universidade e do ensino fundamental*. Natal: EDUFRN, 1999.

MOURA, P. H. B. de; et al. Aplicação de Softwares Educacionais em Química: um estudo de caso em uma turma do Ensino Médio em uma Escola Estadual da cidade de Belém-PA. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 33; ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16; ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA, 10, Salvador. *Anais...* Salvador, 2012. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7998>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

NÉRICI, I. G. *Introdução à didática geral*. 16. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

OLIVEIRA, J. S.; SOARES, M. H. F. B.; VAZ, W. F. Banco Químico: um Jogo de Tabuleiro, Cartas, Dados, Compras e Vendas para o ensino do conceito de soluções. *Química Nova na Escola*. v. 37, n. 4, p. 285-293, nov. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150051>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

ORLANDI, E. P. *Discurso e texto: formulação e circulação dos sentidos*. Campinas-SP: Pontes, 2001.

PALÁCIO, S. M.; et al. 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. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_2/03-QS-61-11.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2016.

PASSOS, M. M.; et al. ‘Memórias’: uma metodologia de coleta de dados – dois exemplos de aplicação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. v. 8, n. 1, 2008.

RIO GRANDE DO SUL. *Regimento Padrão do Ensino Médio Politécnico*. Disponível em: <http://www.educacao.rs.gov.br/pse/html/ens_medio.jsp?ACAO=acao1> Acesso em: 15 jul. 2014.

SANTOS, M. J. D. et al. Horta escolar agroecológica: incentivadora de aprendizagem e de mudanças de hábitos alimentares no Ensino Fundamental. *Holos*. v. 4, n. 30, p. 278-290, 2014.

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.

SCHITTLER, D.; MOREIRA, M. A. Laser de rubi: uma abordagem baseada me unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS). *Latin-American Journal of Physics Education*. v. 8, n. 2, p. 263-273, 2014.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA, ALFABETIZAÇÃO E DIVERSIDADE. *Cadernos Temáticos da Secad: Educação do Campo: diferenças mudando paradigmas - Caderno 2*. Ministério da Educação, 2007. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/par/194-secretarias-112877938/secad-educacao-continuada-223369541/13605-cadernos-tematicos-da-secad>>. Acesso em: 24 jan. 2016.

SILVA, T. P.; SILVA, G. N.; DANTAS FILHO, F. F. Análise de uma unidade de ensino potencialmente significativa, auxiliada pelo uso das tecnologias da informação e comunicação para o estudo da Cinética Química. *Revista Tecnologias na Educação*, n. 12, ano 7, jul. 2015.

SOUZA, E. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 1; JORNADA DE PRÁTICA DE ENSINO, 4; SEMANA DE PEDAGOGIA DA UEM: “INFÂNCIA E PRÁTICAS EDUCATIVAS”, 13, 2007, Maringá. *Anais...* Maringá, 2007. Disponível em: <http://www.pec.uem.br/pec_uem/revistas/arqmudi/volume_11/suplemento_02/artigos/019.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2015.

VYGOTSKY, L. S. *Formação social da mente*. Trad. J. C. Neto, L. S. M. Barreto e S. C. Afeche. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

ANEXO A – Artigo

UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA, ABORDANDO A TEMÁTICA DOS AGROTÓXICOS



UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA, ABORDANDO A TEMÁTICA DOS AGROTÓXICOS

Potentially significant educational unit for the teaching of organic chemistry, addressing the theme of pesticides

Aline Locatelli⁶ Karine de Freitas dos Santos⁷
Alana Neto Zoch⁸

(Recebido em 16/11/2015; aceito em 27/01/2016)

Resumo: A Química é uma das disciplinas em que os alunos apresentam grandes dificuldades de aprendizagem, sendo assim, para promover um ensino/aprendizagem de Química que seja significativo para os estudantes, considerando a sua realidade, utilizou-se a temática dos agrotóxicos, com o objetivo de ensinar os conceitos de química orgânica a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, interligando a educação à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA. Esta interligação objetivou permitir que os estudantes tenham a capacidade de analisar a realidade técnica de forma social, política, cultural e econômica, além das questões de saúde, despertando-lhes o espírito crítico para que, dessa forma, possam interferir nos acontecimentos cotidianos. Este trabalho apresenta dados referentes à avaliação da aprendizagem dos estudantes, que consistiu em uma análise de discurso francesa das histórias em quadrinhos (HQs), confeccionadas pelos estudantes. A UEPS descrita aqui foi aplicada para 22 estudantes, com idades variadas, em uma escola do meio rural. Os resultados apresentados mostram que HQs, quando utilizadas para avaliar a aprendizagem dos conteúdos por parte dos estudantes, dentro de uma UEPS, com enfoque CTSA, constituíram-se em um bom instrumento, uma vez que estimularam a relação entre ciência e cidadania dentro do contexto dos estudantes, como se pode identificar na análise dos resultados.

Palavras-chave: CTSA. UEPS. Química Orgânica. HQs. Ensino/aprendizagem.

Abstract: Chemistry is one of the subjects that students have great learning difficulties, therefore, in order to promote that the Chemistry teaching/learning be meaningful for students, considering the context in which they are located, the theme pesticides was used to teach the concepts of organic chemistry from a Potentially Meaningful Teaching Units - PMTU, linking education to the Science, Technology, Society and Environment – STSE. This interconnection aims to enable students to analyze the technical reality in social, political, cultural and economic fashion, in addition to health issues, awakening their critical spirit, so that they can interfere in their daily events. This work presents, the data of the assessment learning of the students which consisted of a French discourse analysis of history in comics (comic) made by students. The PMTU described here was applied for 22 students with varying ages, from rural school. The results showed that comics, when it was used to evaluate content learning by students, with PMTU in a STSE approach, provided to be a good tool since stimulated the relationship between science and citizenship within the students context as can be seen from the results analysis.

Keywords: STSE. PMTU. Organic Chemistry. Comics. Teaching/learning.

⁶ Doutora em Química e Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo, RS, Brasil. E-mail: alinelocatelli@upf.br

⁷ Licenciada em Química, Mestranda do PPGECM – UPF, Passo Fundo, RS, Brasil. E-mail: karinefreitas_pf@yahoo.com.br

⁸ Doutora em Ciências - Química e Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo, RS, Brasil. E-mail: alana@upf.br

Introdução

A Química é uma das disciplinas do currículo escolar em que os alunos apresentam grandes dificuldades para a aprendizagem dos conteúdos. Essas dificuldades podem ser resultantes da falta de contextualização do conhecimento químico pelo professor que, muitas vezes, exerce apenas o papel de transmissor de conhecimentos, sem qualquer relação com o contexto no qual o estudante está inserido (ZANON; PALHARINI, 1995).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, a articulação entre conhecimentos da Química e as aplicações tecnológicas, suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas podem contribuir para a promoção de uma cultura científica que permita o exercício da participação social no julgamento, com fundamentos, dos conhecimentos difundidos pelas diversas fontes de informação e na capacidade de tomada de decisões, seja individualmente ou como componente de um grupo social (BRASIL, 1999).

Atualmente, a utilização de diferentes temáticas para se ensinar química tem sido uma das melhores maneiras encontradas pelos professores para chamar a atenção dos alunos, fazendo com que estes se interessem pelo conteúdo. Dessa forma, o ensino de química pode ser contextualizado por meio de temas sociais presentes nas vivências dos alunos, nos fatos do cotidiano, na mídia, na tradição cultural, entre outros, com o intuito de construir e reconstruir conhecimentos químicos de forma significativa, permitindo, assim, interpretações cotidianas com base na ciência (HALMENSCHLAGER, 2011).

Neste sentido, para promover um ensino/aprendizagem de química que seja significativo para os estudantes, levando em consideração o contexto em que eles estão inseridos, utilizou-se a temática dos agrotóxicos. A escolha desse tema vem ao encontro do desenvolvimento da agricultura de forma convencional, que está em expansão, visando ao acompanhamento do crescimento populacional e, com isso, resultando no desenvolvimento de pesquisas e sínteses de outros componentes para produzir fertilizantes, agrotóxicos e sementes, bem como o surgimento de compostos organoclorados. Sabe-se que, atualmente, o impacto de sua utilização sobre a saúde humana é um problema que tem merecido atenção de comunidades científicas e da sociedade em todo o mundo, sobretudo nos países em desenvolvimento.

No contexto atual, em que são evidenciados o crescimento inversamente proporcional da economia e o desenvolvimento social, é necessário repensar o ensino de química, principalmente frente às questões sociocientíficas. Ao abordar o tema Agrotóxico, a partir de questões sociais que envolvem a vivência dos estudantes, surgem outros aspectos de ordem

econômica, política e cultural que estão fortemente inter-relacionados aos problemas sociais e de concepção de sociedade e desenvolvimento.

No ensino de Química, essa temática é vista como uma questão científica polêmica, em virtude das diferentes visões em relação às suas vantagens e desvantagens, consistindo, portanto, em um produto do avanço científico e tecnológico, bem como de interesse social que engloba, nas discussões, enfoques em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente - CTSA.

Os movimentos curriculares em CTSA surgiram da necessidade de formar um cidadão alfabetizado científica e tecnologicamente, auxiliando o estudante a construir conhecimentos e habilidades na área, apresentando preocupação com aspectos relativos à cidadania e utilizando temas de interesse social, derivados do cotidiano, associando aspectos tecnológicos e socioeconômicos (SOLOMON; AIKENHEAD, 1994).

Desta forma, ao abordar os conteúdos de química por meio da educação CTSA, deve-se procurar construir o conhecimento químico juntamente com uma formação crítica, que permita a reflexão sobre suas implicações sociais e ambientais (BARROS; SANTOS, 2009).

Com base nisso, o objetivo do presente trabalho foi ensinar os conceitos de química orgânica, como o estudo do carbono e das funções orgânicas, a partir da temática dos agrotóxicos, desenvolvida na forma de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade.

As UEPS, propostas por Moreira (2011), “são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula” (p. 44).

Justifica-se a abordagem em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) para que, dessa maneira, os estudantes tenham capacidade de discernimento dos aparatos tecnológicos alternativos, ecologicamente sustentáveis e apropriados para o desenvolvimento do campo, bem como das questões de saúde, proporcionando a compreensão de sua importância, de forma a sensibilizá-los sobre as questões que envolvem o uso dos agrotóxicos. Busca também favorecer o seu desenvolvimento intelectual, despertando-lhes espírito crítico, para que, dessa forma, possam transpor esses conhecimentos científicos construídos nos seus acontecimentos cotidianos.

A avaliação dessa metodologia, a UEPS, dar-se-á a partir de Histórias em quadrinhos (HQs) confeccionadas pelos estudantes buscando, a partir da análise do discurso, indícios de aprendizagem significativa e de apropriação do CTSA pelos estudantes.

Destaca-se que as HQs são um instrumento lúdico que desperta o interesse dos estudantes. Santos e Aquino consideram a “leitura e criação das histórias em quadrinhos não

só como atividade de divertimento, mas como parte importante do processo de aprendizagem” (2010. p. 1). Ainda, possibilitam aos alunos expor os conteúdos em diferentes situações, contemplando suas vivências e os significados que trazem dos saberes químicos.

Procedimentos Metodológicos

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa, considerada mais adequada diante do tema abordado e do contexto escolar. Segundo Oliveira (2008), a pesquisa qualitativa possui a facilidade de descrever a complexidade de uma determinada hipótese ou problema, buscando a análise e a interação de algumas variáveis, bem como compreender e classificar processos dinâmicos experimentais por grupos sociais, buscando apresentar contribuições no processo de mudanças, criação ou formação de opiniões de um determinado grupo, permitindo interpretar particularidades nos comportamentos ou atitudes dos sujeitos.

O trabalho foi realizado no Instituto Educar, que é uma conquista dos Trabalhadores Rurais Sem Terra que, ao longo de sua caminhada, vêm fazendo história por meio da luta pela terra, Reforma Agrária e por uma sociedade justa e igualitária para todos os povos e, com o apoio do IFRS-Campus Sertão e INCRA-PRONERA vem trabalhando na formação de jovens e adultos pertencentes aos assentamentos e reassentamentos, firmando-se na Educação do Campo. Fundado em janeiro de 2005, tem como objetivo, entre outros, atuar na defesa, prevenção e conservação do meio ambiente, incentivar a agroecologia e promover a visão sistêmica da produção e o desenvolvimento sustentável; formar agricultores com especialização técnica em agroecologia, que contribuam para a organização de base dos trabalhadores e para a ampliação de um novo modelo de agricultura de desenvolvimento para o campo brasileiro, visando à manutenção do homem e da mulher no campo e sua qualidade de vida.

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS – descrita neste trabalho, foi aplicada na etapa VII da turma Médio V com 22 estudantes, em sua maioria meninos, com idades variadas. Dos 22 alunos, 13 são do Movimento dos Trabalhadores Sem Terra - MST, 7 são do Movimento dos Pequenos Agricultores - MPA e 2 do Movimento dos Atingidos por Barragens - MAB. Eles vêm de diversas cidades, principalmente da região de Porto Alegre e revelam trabalhar com vários tipos de cultivos nas suas comunidades.

Na elaboração das intervenções foram seguidos os princípios elencados por Moreira (2011), por meio dos passos sugeridos, de forma a tornar possível a interligação de conceitos/conteúdos químicos envolvidos no tema agrotóxicos, contemplando os conceitos de

cadeias carbônicas, classificação do carbono, isomeria cis e trans e funções orgânicas, sob a perspectiva da educação CTSA.

- 1) Tarefa inicial: realização da estratégia de ensinagem “Tempestade Cerebral”, com o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre modelo de ligação covalente e polaridade, o que servirá de organizador prévio para o ensino do conteúdo de estrutura e funções orgânicas.
- 2) Situações-problema iniciais: o professor lançou alguns questionamentos, almejando uma discussão com o grande grupo de alunos. A) Cite alguns agrotóxicos que você conhece ou utiliza? B) Em sua opinião, qual é a diferença entre um inseticida natural e um sintético? C) Por que os inseticidas naturais foram substituídos pelos sintéticos? D) Em sua opinião, quimicamente, o que faz um tipo de agrotóxico ser diferente do outro quanto a sua estrutura e toxicidade? E) Você já teve alguma contaminação por agrotóxicos, ou alguém que você conheça? F) Na sua comunidade é feito o controle de saúde dos agricultores? O que você acha que deveria ser feito?
- 3) Aprofundando de conhecimentos: apresentar o conteúdo a ser aprendido pelos estudantes, levando em conta a diferenciação progressiva, ou seja, começando pelos aspectos mais simples, com o objetivo de compreender como se estruturam as cadeias carbônicas, dando uma visão inicial do todo.
- 4) Nova Situação-Problema: revisar, de forma sistemática, os tipos de representação das estruturas dos compostos orgânicos e aplicá-los em um nível mais complexo, com o objetivo de identificar as diferentes formas de representação dos compostos orgânicos e reconhecer as diferentes estruturas das cadeias carbônicas dos princípios ativos dos agrotóxicos. Nesta etapa, o professor pode avaliar se os estudantes conseguiram entender e aplicar os conceitos estudados anteriormente, com a realização de atividades de sistematização.
- 5) Aprofundamento dos conhecimentos: de forma progressiva, após compreender a estrutura e a representação das moléculas orgânicas, introduzir o estudo sobre isomeria cis e trans; compreender que, dependendo do substituinte que o derivado sintético das moléculas orgânicas possui em sua estrutura, resulta um outro composto com características diferentes e, por fim, compreender e caracterizar as funções orgânicas.
- 6) Avaliação Emancipatória entendida como um processo analisado ao longo do período: Nesta etapa, o professor deve atuar como mediador. O professor sugeriu

atividades de sistematização de cunho investigativo; os estudantes deveriam identificar e nomear as funções orgânicas que estão presentes na estrutura do princípio ativo de um inseticida muito utilizado, tarefa feita individualmente e, depois, socializar com os demais. No final, discutir sobre as classes toxicológicas dos agrotóxicos e a utilização de EPI's.

- 7) Avaliação da aprendizagem da UEPS: para a avaliação final, os estudantes confeccionaram, de forma individual, uma História em Quadrinhos (HQs), utilizando como temática os agrotóxicos, lembrando-se da importância de construir argumentos claros e bem fundamentados na matéria que eles aprenderam, e também puderam pesquisar em livros ou na internet, para incrementar o trabalho.
- 8) Avaliação da própria UEPS: a professora avalia a forma como foi abordado o tema agrotóxicos, em função de seus resultados e da avaliação dos alunos.

Para avaliar a aprendizagem dos estudantes, a partir da aplicação da UEPS, conforme mencionado anteriormente, solicitou-se a confecção de uma história em quadrinhos (HQs), utilizando como tema os Agrotóxicos. Destaca-se que as HQs são consideradas como um discurso, por serem constituídas por imagens e textos verbais. Sendo assim, para a análise das HQs, utilizou-se a Análise de Discurso Francesa, descrita por Orlandi (1987, 2001), que se considera apropriada pelo fato de permitir a análise de construções ideológicas presentes em textos, sejam verbais ou imagéticos nas explicações textuais de química. Sendo assim, procurou-se compreender como elas funcionam na produção de sentidos para os conteúdos químicos.

Resultados e Discussão

No que se refere à etapa 1 da UEPS, observou-se durante a execução da estratégia de ensinagem, que a maioria dos estudantes apresentava conhecimentos prévios relativos ao modelo de ligação covalente, mas demonstrou certa confusão com relação à polaridade das moléculas. Tendo em vista que esses conhecimentos serviriam de organizadores prévios para o ensino do conteúdo de estrutura e funções orgânicas que viria na sequência, realizou-se uma revisão desses conceitos antes da realização da etapa II da UEPS, objetivando sanar as dúvidas dos estudantes.

Quanto ao questionário inicial, etapa 2 da UEPS, chama-se a atenção para algumas respostas dos estudantes no que se refere à questão: Em sua opinião, quimicamente, o que faz um tipo de agrotóxico ser diferente do outro quanto a sua estrutura e toxicidade?

“A diferença está na composição e na quantidade de elementos químicos” A1.”[...] a única diferença está na composição química” A2.”Eu não sei responder porque não conheço a formulação dos agrotóxicos” A3.”[...] um reage mais rápido e o outro não” A4.”[...] natural é todo componente extraído do solo... ou extraído de forma direta das plantas [...]; sintético: criado nos laboratórios com fórmulas específicas [...] exemplo: ureia e urina de vaca” A5.

Analisando as respostas dos estudantes, observa-se que em muitos momentos existem equívocos com relação ao que é natural ou sintético.

Entretanto, o que chamou muito a atenção foram as respostas às questões: Você já teve alguma contaminação por agrotóxicos, ou alguém que você conheça? Na sua comunidade é feito o controle de saúde dos agricultores? O que você acha que deveria ser feito? Cerca de 50% das respostas dos estudantes apontam que eles já tiveram ou presenciaram contaminações por agrotóxicos. Entretanto, praticamente todos responderam que não existe controle de saúde dos agricultores. Quanto ao que deveria ser feito, algumas respostas foram:

“[...] para melhorar a saúde deveria ser feita análise nas pessoas e na água, isso iria ajudar bastante na redução do uso de agrotóxicos” A2.
 “Poderia ter um posto de saúde para atender os pacientes contaminados” A6.
 “[...] poderia ser feito um incentivo à utilização de pesticida natural” A7.

A análise das respostas aponta a preocupação desses estudantes, uma vez que eles estão em contato direto com os agroquímicos.

Nas etapas seguintes da UEPS (3, 4 e 5), deu-se seguimento à aplicação da UEPS. Na etapa 6, resgataram-se as discussões geradas na etapa 2 da UEPS, fazendo menção à importância da utilização dos EPI's. Chama-se a atenção para o discurso de grande parte dos estudantes, no que diz respeito à negligência em relação aos EPI's por parte dos agricultores da região.

Na etapa 7 da UEPS, foi solicitado aos alunos que confeccionassem, individualmente, histórias em quadrinhos (HQs) inspiradas no que foi apresentado em aula, utilizando a temática dos agrotóxicos.

O uso de HQs em aulas de ciências já foi referido em estudos como sendo um importante meio de divulgação científica, além de ser considerado como exercício de produção de textos, exercício do humor, sensibilização em relação à arte e trabalho em equipe (FERREIRA; FRACETO, 2009). Além disso, a utilização de HQs proporciona uma maior compreensão dos conteúdos propostos, a partir do momento em que os próprios alunos pensam e produzem as histórias, além de exercitar a capacidade de síntese, a leitura e a produção de textos, bem como a identificação e utilização de linguagem visual durante a construção das tirinhas (MATOS, 2008; PIZARRO, 2009).

No total foram confeccionadas 17 HQs, que foram analisadas conforme mencionado anteriormente, de acordo com a Análise de Discurso (AD) da linha francesa. Foram estabelecidas categorias específicas, conforme Bardin (2007), objetivando a discussão e a reflexão acerca desses dados coletados, em uma perspectiva de aprendizagem significativa e de apropriação do CTSA.

O alicerce da avaliação das produções dos estudantes foram as evidências de aprendizagem significativa, que foram analisadas a partir da análise de discurso da linha francesa, considerando as diferenciações propostas por Orlandi (2001) – repetição empírica; repetição formal; repetição histórica – em relação à interpretação de discurso.

- a. Repetição empírica: exercício mnemônico que não se historiciza (efeito papagaio);
- b. Repetição formal: técnica de produzir frases e exercícios gramaticais que também não se historicizam;
- c. Repetição histórica: a que inscreve o dizer no repetível (interpretável), enquanto memória constitutiva (interdiscurso). Esta memória, rede de filiações, faz a língua significar. E assim que fizer sentido, memória e história se intrincam na noção de interdiscurso (grifo nosso) (2001, p. 24).

O sujeito da AD não é empírico, mas um sujeito discursivo, interpretado por sua ideologia (ORLANDI, 2001). Dessa forma, buscou-se na análise de conteúdo das HQs uma classificação como repetição histórica, uma vez que se entende, dessa maneira, que os estudantes construíram aprendizagens significativas e/ou apropriaram-se da educação CTSA.

Das 17 HQs analisadas, observou-se que a maioria delas foi classificada como repetição histórica, ou seja, a maioria apresenta em seu discurso enfoque CTSA, indício este que mostra a apropriação por parte dos estudantes. Entretanto, poucas foram as histórias que apresentaram a questão do conteúdo de química orgânica. Acredita-se que a questão do enfoque CTSA esteja fortemente presente em razão do meio em que estes estudantes vivem, o que se tornou mais significativo.

Neste trabalho, selecionaram-se 6 HQs das 17 confeccionadas pelos alunos e, a seguir, apresentam-se alguns recortes dessas tirinhas para uma análise discursiva um pouco mais detalhada. A escolha dessas histórias remete ao fato, principalmente, do desenho estar legível para apresentação.

Na HQ 01 selecionada (Fig. 1), ao fazer a análise do discurso da história inteira, percebe-se que o estudante 2 procurou demonstrar uma aula em que o professor fala um pouco da química e da história do DDT (diclorodifeniltricloroetano), agrotóxico mencionado pelo estudante A2 em sua história.

Figura 1 - Recorte da HQ 01 produzida pelo estudante A2.

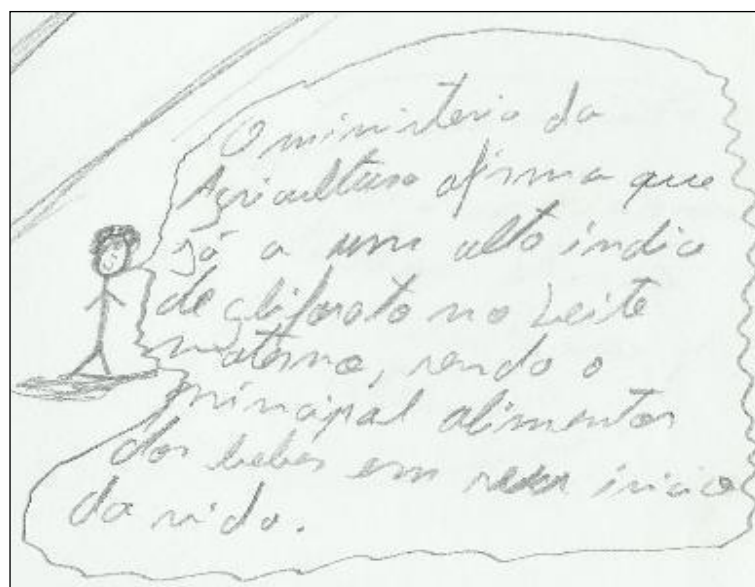
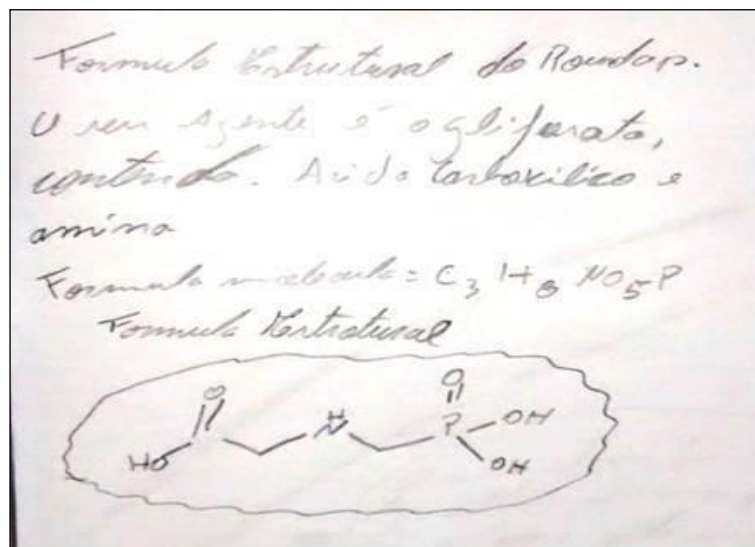


Ainda, no recorte da HQ 01, estão presentes explicitamente duas representações das cadeias carbônicas que foram discutidas durante as aulas. O primeiro corresponde à fórmula molecular e o segundo à fórmula estrutural, demonstrando que houve uma aprendizagem significativa destes tópicos, pois o estudante A2 conseguiu reportá-los para outro contexto, dando sentido ao seu ensino/aprendizagem dentro da química.

Ao fazer uma análise qualitativa, observando os aspectos CTSA, percebe-se, pela HQ 01, a busca cada vez maior por parte dos agricultores, sejam eles de pequeno, médio ou grande porte, de conhecimento de novos métodos e tecnologias para utilizá-los em suas propriedades. Isso pode ser evidenciado em uma frase apresentada na HQ “*Meu filho tá estudando técnico agrícola pra gente poder aumentar a produção em casa*”. Desta forma, o estudante A pode estar utilizando a HQ na forma de uma figura imagética, transpondo sua vivência ao relatar os problemas e anseios ao realizar o curso, além da preocupação com as questões de saúde, o que pode ser percebido no discurso da HQ.

O recorte da HQ 02, do estudante A8 (Fig. 2), descreve a história de dois agricultores que são vizinhos; um deles resolve utilizar agrotóxico em sua lavoura e o outro tem uma plantação de produtos orgânicos. O vizinho que cultiva os produtos orgânicos narra a história do agricultor que utilizou o agrotóxico e que não conseguiu fazer sua plantação germinar, sendo que meses depois tal aplicação atingiu a sua plantação de orgânicos.

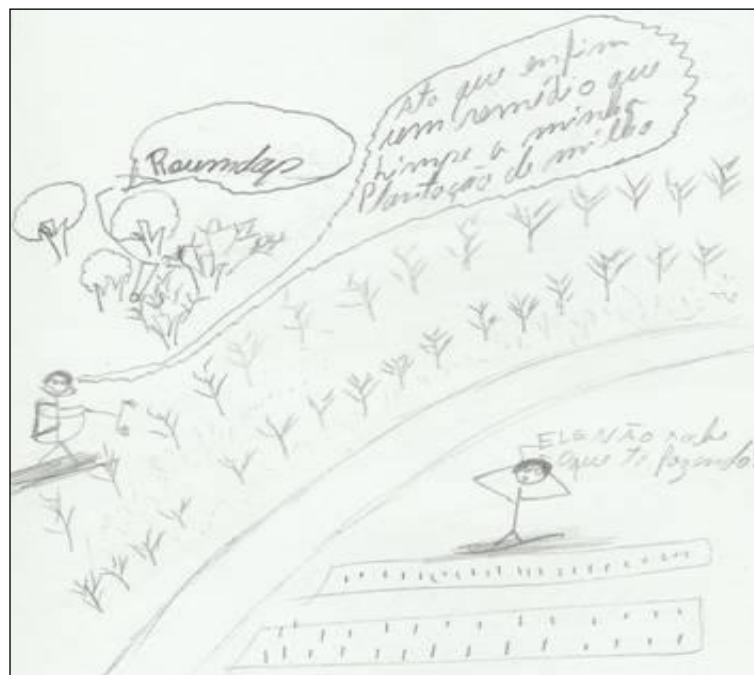
Figura 2 - Recorte da HQ 02 produzida pelo estudante A8.



Outro ponto abordado na HQ em questão é o fato do mesmo não utilizar equipamentos de proteção individual (EPI's) e o levantamento de um dado do Ministério da Agricultura em que o herbicida glifosato atinge até o leite materno: “O Ministério da Agricultura afirma que já a um alto índice de glifosato no leite materno, sendo o principal

alimento dos bebês em seu início de vida”. A HQ 02 é finalizada com a lição de que se o vizinho que utilizou agrotóxicos tivesse conhecimento acerca disso, ele não o teria utilizado (Fig. 3).

Figura 3 - Recorte da HQ 02 produzida pelo estudante A8.

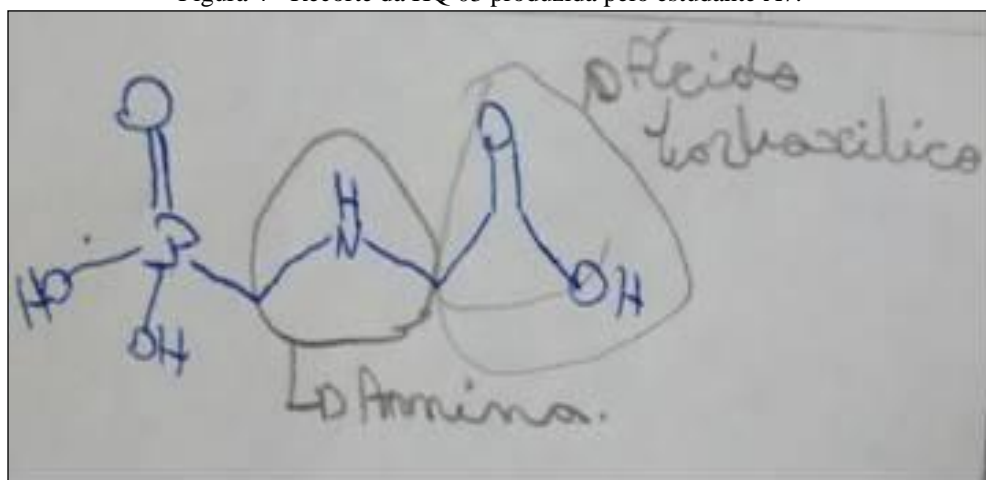


Ao analisar a HQ 02 (Fig. 2), do ponto de vista químico, percebe-se, no recorte, a representação da fórmula molecular e a indicação de dois grupos funcionais presentes na estrutura do glifosato, demonstrando novamente que houve uma aprendizagem significativa destes tópicos, pois o estudante conseguiu identificá-los e representá-los em uma estrutura de um princípio ativo de interesse do estudante, pois em nenhum momento durante a aula foi dado ênfase ao glifosato, uma vez que os agrotóxicos foram discutidos de uma forma geral.

Ao fazer uma análise qualitativa, levando em conta a abordagem CTSA, pode-se perceber, com a HQ 02, uma ênfase aos efeitos colaterais de uma tecnologia utilizada em prol de um agrotóxico que prometia desenvolver ao máximo a produção no campo, mas que causa sérios problemas à saúde. A abordagem que a história dá a utilização dos EPI's demonstra que é fundamental a conscientização de sua utilização por parte dos agricultores, uma vez que aqui no Brasil os agrotóxicos são permitidos.

Ao analisar a HQ 03 (Fig. 4), do ponto de vista químico, levando em conta a abordagem CTSA, percebe-se, no recorte, a representação da fórmula molecular e a indicação de dois grupos funcionais presentes na estrutura do glifosato, demonstrando novamente que houve uma aprendizagem significativa destes tópicos.

Figura 4 - Recorte da HQ 03 produzida pelo estudante A7.



Ao fazer uma análise qualitativa levando em conta CTSA, pode-se perceber, pela HQ 03, uma ênfase aos sérios problemas causados à saúde. Na HQ, o estudante faz referência a grande incidência de câncer e a possível ligação dos agrotóxicos como agentes causadores desta doença. Vale destacar que, no início da aula, ao fazermos uma discussão sobre a utilização de agrotóxicos e a saúde, vários estudantes relataram ter conhecimento de casos de agricultores, em sua maioria mulheres, que foram diagnosticadas com câncer, o que vem ao encontro do parecer divulgado em abril deste ano pelo Instituto Nacional de Câncer - INCA que, em sua nota de posicionamento quanto à utilização de agrotóxicos alerta para “riscos à saúde humana decorrentes da exposição aos agrotóxicos, particularmente sua relação com determinados tipos de câncer” (INCA, 2015, p. 2).

Outra questão que veio à tona, e que foi abordada nas HQs da maioria dos estudantes, foi a questão da plantação orgânica como alternativa para toda a problemática envolvendo agrotóxicos, ficando clara a internalização de tal concepção por parte dos estudantes, pois ao levar em conta o contexto em que eles estão inseridos, percebe-se a influência positiva dada pela escola, que os habilita em Agroecologia. O recorte da HQ 04 (Fig. 5) torna esta visão explícita.

Neste recorte da HQ 04, o estudante A5 não demonstra conhecer conceitos químicos, e o que se pode perceber são representações de átomos de elementos químicos e de um grupo metil, o que pode evidenciar deficiência de aprendizado no que tange à representação de íons. Entende-se que, desta forma, a aprendizagem não foi significativa o suficiente para o estudante compreender que os nutrientes estão presentes tanto na plantação orgânica quanto na convencional; a diferença é que um é natural e outro é sintético.

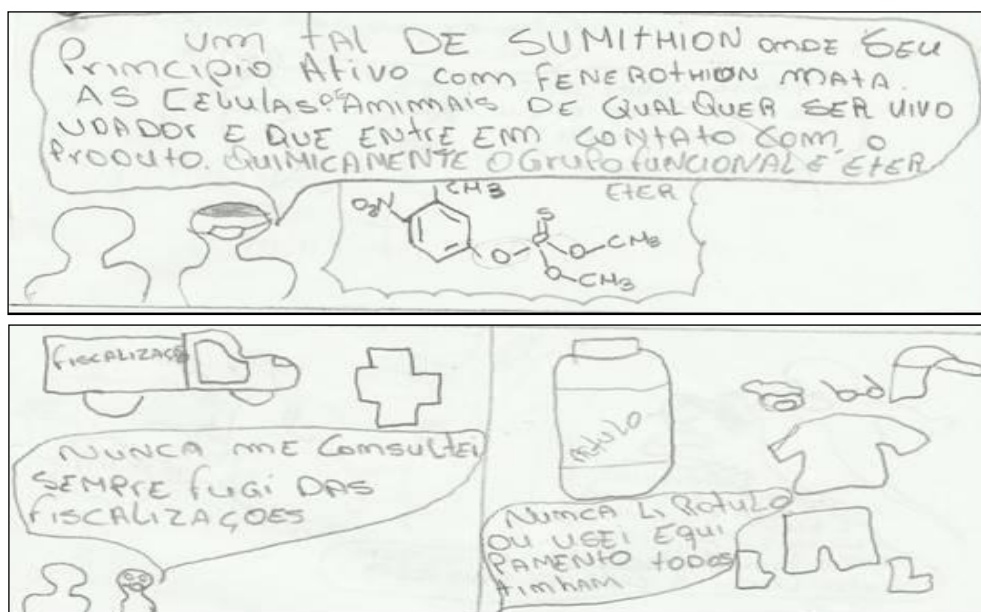
Figura 5 - Recorte da HQ 04 produzida pelo estudante A5.



Há uma ênfase muito grande nessa e em outras HQs no que diz respeito à questão de cidadania; por exemplo, nota-se a preocupação sociocultural de que o melhor produto é aquele produzido com toda a tecnologia disponível, fazendo uma crítica à sociedade.

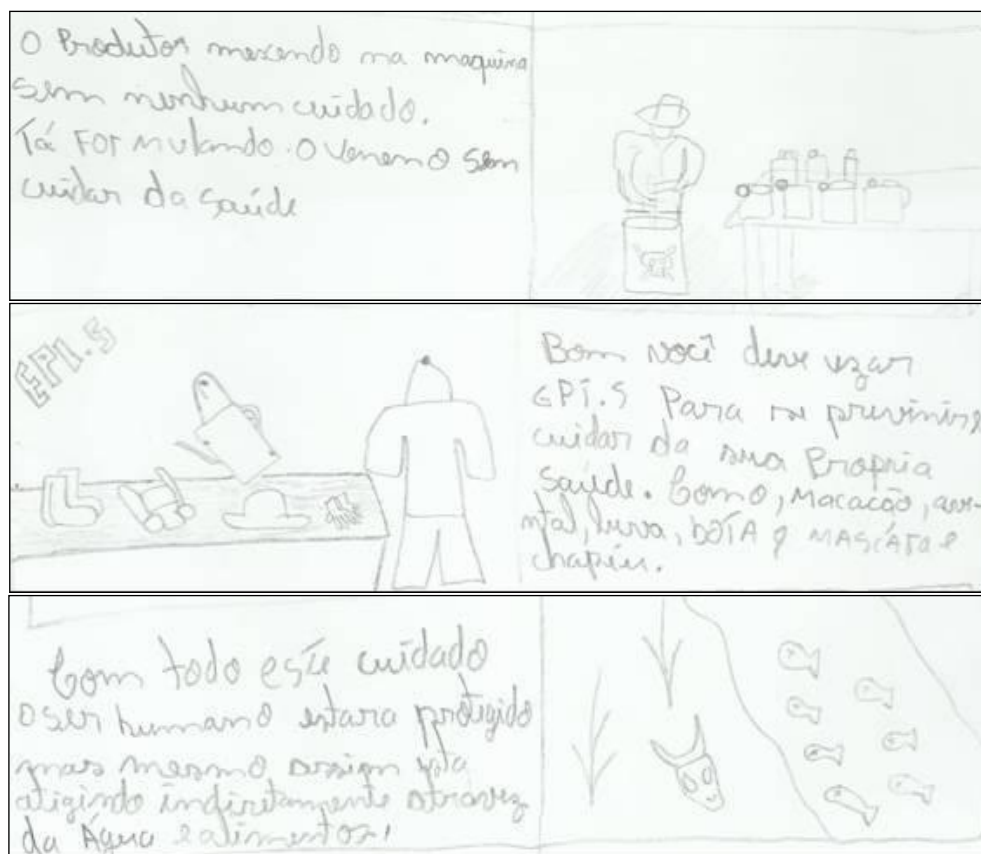
Na HQ 05, produzida pelo estudante A6 (Fig. 6), há uma tentativa de apresentação de conceituação química, entretanto equivocada. Observa-se a questão da utilização de EPI's para proteção, uma vez que na história apresentada a pessoa acaba indo a óbito por não tomar as devidas precauções.

Figura 6 - Recorte da HQ 05 produzida pelo estudante A6.



A HQ 06, produzida pelo estudante A10 (Fig. 7), não apresenta conceituação química; entretanto, observa-se a questão da utilização dos EPI's para proteção dos seres humanos, com ênfase à poluição indireta dos rios, animais e alimentos.

Figura 7 - Recorte da HQ 06 produzida pelo estudante A10.



A partir dessa metodologia, pode-se perceber o quão importante é a abordagem CTSA nas aulas de química, levando em conta, principalmente, as questões relacionadas à saúde, conforme apresentado nas HQs anteriores. Sendo assim, a partir do enfoque CTSA, é possível conscientizar sobre as decorrências do emprego dos agrotóxicos e suas relações com conceitos químicos ensinados na escola, o que é muito importante, principalmente para aqueles estudantes de regiões agrícolas, que convivem diariamente com esse tipo de produto, proporcionando a aproximação do ensino de química com o cotidiano.

Considerações Finais

Sabe-se que a inclusão de novas metodologias para auxiliar as aulas de química torna-se cada vez mais importante, pois proporciona ao aluno o acesso ao conhecimento químico em articulação com o seu contexto social e tecnológico, podendo assim gerar uma aprendizagem significativa. Atualmente, a tarefa mais difícil para o professor é romper a barreira do ensino tradicional, utilizando métodos inovadores que despertem a curiosidade do aluno, desenvolvendo neste o senso crítico.

No que tange à Educação no Campo:

Parágrafo único. A identidade da escola do campo é definida pela sua vinculação às questões inerentes à sua realidade, ancorando-se na temporalidade e saberes próprios dos estudantes, na memória coletiva que sinaliza futuros, na rede de ciência e tecnologia disponível na sociedade e nos movimentos sociais em defesa de projetos que associem as soluções exigidas por essas questões à qualidade social da vida coletiva no país (BRASIL, 2001).

Com base nisso, foi possível compreender que a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, com a temática dos agrotóxicos, à luz da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA, pode ser explorada no ensino de química, aplicada 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.

Os resultados apresentados mostram que as HQs, quando utilizadas para avaliar a aprendizagem dos conteúdos, por parte dos estudantes, a partir da aplicação da UEPS, constituem um instrumento relativamente bom, pois estimulam a relação entre ciência e cidadania, além de promover um ensino/aprendizagem de Química que seja significativo, levando em conta o contexto em que eles estão inseridos.

Por fim, reconhecendo que a Educação do Campo vem buscando a construção de um currículo que tenha como principal objetivo discutir aspectos da realidade local, visando a sua transformação social, essa UEPS, com abordagem CTSA, configurou-se como uma possibilidade promissora. Também é pertinente destacar a carência de trabalhos de pesquisa na área de ensino de química que discutam a relação entre a química-agricultura-CTSA, articulação importante para o ensino de química na escola do campo.

Referências

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2007.

BARROS, I. C. L., SANTOS, V. O. Oficina de química: experimentos de química inorgânica para alunos do ensino médio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 32, 2009, Fortaleza. *Anais...* Ceará, 2009.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Ministério da Educação e Cultura. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEMTEC, v. 3, 1999.

MEC/CNE. *Diretrizes Operacionais para Educação Básica nas Escolas do Campo*. Parecer CNE/CEB nº 36/2001, aprovado em 4 de dezembro de 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13800-rceb001-02-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 07 jan. 2016.

FERREIRA, D. M.; FRACETO, L. F. *Histórias em quadrinhos uma ferramenta para o ensino de química*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 7, 2009, Salvador. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/simpequi/2009/trabalhos/60-5668.htm>>. Acesso em: 03 nov. 2015.

HALMENSCHLAGER, K. R. Abordagem temática no ensino de ciências: algumas possibilidades, *Vivências*. v. 7, n. 13, p. 10-21, 2011.

INCA. *Posicionamento do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva acerca dos Agrotóxicos*. 2015. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/comunicacao/posicionamento_do_inca_sobre_os_agro_toxicos_06_abr_15.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2015.

MATOS, M. A. E. O gênero história em quadrinhos no ensino de Química. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 31, 2008, Águas de Lindóia, *Anais...* São Paulo, 2008.

MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revistas/ Meaningful Learning Review*. v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

OLIVEIRA, C. L. Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. *Revista Travessias*, v. 2, n. 3, 2008.

ORLANDI, E. P. *Discurso e texto: formulação e circulação dos sentidos*. Campinas-SP: Pontes, 2001. p. 218.

PIZARRO, M. V. As histórias em quadrinhos como linguagem e recurso didático no ensino de Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2009, Campinas, *Anais...* São Paulo, 2009.

SANTOS, P. N.; AQUINO, K. A. S. Produção de histórias em quadrinhos no ensino de Química Orgânica: a Química dos perfumes como temática. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15, *Anais...* Brasília, 2010.

SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. *STS education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, 1994.

ZANON, L. B.; PALHARINI, E. M. A Química no Ensino Fundamental de Ciências. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 15-18, 1995.

PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional encontra-se disponível no endereço:

http://ppgecm.upf.br/images/pdf/ProdutosDeDissertacoes/Karine_PRODUTO.pdf